

~~ALEX. AGASSIZ.~~

Library of the Museum
OF
COMPARATIVE ZOÖLOGY,

AT HARVARD COLLEGE, CAMBRIDGE, MASS.

Founded by private subscription, in 1861.

Deposited by ALEX. AGASSIZ.

No. 12,023

July 13, 1888



0

TANULMÁNYOK A VÉGLÉNYEK KÖRÉBŐL.

A KIR. MAGYAR TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT MEGBIZÁSÁBÓL

IRTA

ENTZ GÉZA

A KOLOZSVÁRI M. KIR. FERENCZ JÓZSEF-EGYETEMEN AZ ÁLLATTAN ÉS ÖSSZEHASONLÍTÓ BONCZTAN NY. R. TANÁRA.

ELSŐ RÉSZ.

A VÉGLÉNYEK ISMERETÉNEK FEJLŐDÉSE. — TÖRTÉNETI ÉS KRITIKAI ÁTPILLANTÁS.

LIBRARY
KUNGS COLLEGE ZOOLOGY
GÄTTCHENSTRA. 34.

STUDIEN ÜBER PROTISTEN.

IM AUFTRAGE DER KÖN. UNG. NATURWISSENSCHAFTLICHEN GESELLSCHAFT

VERFASST VON

GÉZA ENTZ

O. Ö. PROFESSOR DER ZOOLOGIE UND VERGL. ANATOMIE AN DER KÖN. UNG. FRANZ JOSEFS-UNIVERSITÄT ZU KLAUSENBURG.

I. THEIL.

ENTWICKELUNG DER KENNTNISS DER PROTISTEN. — EIN HISTORISCH-KRITISCHER ÜBERBLICK.

ÜBERSETZT VON

ALADÁR RÓZSAHEGYI

O. Ö. PROFESSOR DER HYGIENE AN DER KÖN. UNG. FRANZ JOSEFS-UNIVERSITÄT ZU KLAUSENBURG.

BUDAPEST.

KIADJA A KIR. MAGYAR TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT. * VERLAG DER K. U. NATURWISSENSCHAFTL. GESELLSCHAFT

Sm 1888.

12 July, 1888.

Museum of Comp. Zool.

LIBRARY
MUSEUM OF COMPARATIVE ZOOLOGY
CAMBRIDGE, MASS.

SEMSEY ANDOR

Úrnak,

legőszintébb tisztelete jeléül,

ajánlja

a szerző.

* * *

Herrn ANDOR v. SEMSEY

als Zeichen aufrichtigster Hochachtung

gewidmet

vom Verfasser.

*a**

Társulatunk tiszteleti tagja, SEMSEY ANDOR úr, 1875-ben 1000 frtot bocsátott a k. m. Természettudományi Társulat rendelkezésére, oly czélból, hogy az az állattan köréből kitüzendő pályakérdések díjazására fordíttassék. A választmány a nyílt pályázatra beérkezett ajánlatok ügyében 1875. június 16-án tartott ülésén határozott és egyik munka megírásával dr. ENTZ GÉZA egyet. tanárt bízta meg.

Midőn e munkát ezennel közrebocsátjuk, egyuttal a Társulat nevében köszönetet mondunk SEMSEY ANDOR úrnak, ki a rendelkezésünkre adott pályadíjon kívül nemes áldozatkészséggel a munka kiadásának költségeit is viselte.

Budapest, 1887. december havában.

Lengyel Béla

e. titkár.

Herr ANDOR VON SEMSEY, Ehrenmitglied der Königlichen Ungarischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft, stellte dieser im Jahre 1875 Eintausend Gulden zur Verfügung, damit diese Summe zur Prämiirung von Preisfragen aus dem Gebiete der Zoologie verwendet werden möge. Der leitende Ausschuss der Gesellschaft beschloss in seiner am 16. Juni 1875 abgehaltenen Sitzung auf Grund der in Folge offener Preisausschreibung eingelangten Anerbieten Herrn Dr. GÉZA ENTZ, Universitätsprofessor zu Klausenburg mit der Ausarbeitung des nun in seinem ersten Theile vorliegenden Werkes zu betrauen.

Indem wir dasselbe der Oeffentlichkeit übergeben, ergreifen wir die Gelegenheit, um Herrn ANDOR VON SEMSEY im Namen der Gesellschaft unseren Dank dafür auszusprechen, dass er ausser der obbenannten Preissumme auch noch die Verlagskosten des Werkes mit edler Opferwilligkeit bestritten hat.

Budapest, im Dezember 1887.

Béla Lengyel

Secretär.

Ac tandem, ut verbo dicam, quo altius nos in Naturae arcana no
insinuare conamur, eo magis patet, nos ad ultimum ejus mysterium,
unquam perventuros; licet multi, cum bono utuntur microscopios
stulte arbitrentur, nil jam visum effugere posse.

Antonius van Leeuwenhoek.
Epistola ad Antonium Heijnsium.
1695.

ELŐSZÓ.

A munkák előszava voltaképen azoknak utószava. — Így értelmezendő ez az előszó is, mely az 1879-dik év közepén megkezdett s 1882. elején jelenlegi alakjában befejezett munkámnak utóhangja.

Midőn a kir. magyar Természettudományi Társulat megtisztelő megbízásának eleget teendő, több évre terjedő vizsgálataim eredményeinek feldolgozásához fogtam, ébredt fel bennem azon kérdés: vajjon — különösen hazai szakirodalmunknak állását véve tekintetbe — érdemes munkát végeznek-e, ha olyan területről közlök részletes tanulmányokat, a melyeknek nálunk úgyszólván alig volt még művelője, s melyről irodalmunkban hiába keresünk a tudomány jelenlegi állásáról tájékoztató munkát? De nemcsak hazai irodalmunk, hanem a külföldnek gazdag szakirodalma sem dicsekedhetett abban az időben olyan munkával, mely a szertelenül szétszórt adatokat egybegyűjtve, értékek szerint méltányolva s kellőleg feldolgozva nyújtaná. Az egyedüli, ily tekintetben számot tevő munka BRONN-é,¹ mely azonban csak az 1857—58-ig terjedő ismeretekre támaszkodik. CLAPARÈDE és LACHMANN-nak 1858—61-ig megjelent nagyfontosságú tanulmányai² csak a gyökérlábúakra, csillószőrös ázálékállatkákra meg részben az ostoros ázálékállatkákra szorítkoznak, s azon kívül, hogy a haladó kor túlszárnyalta, az irodalmat csak oly mértékben veszik tekintetbe, a milyenben azt a szerzők tanulmányai épen megkívánták. STEIN-nak 1859-től kezdve megjelent nagyszabású publicációi,³ melyeknek utolsó kötete a tudomány nagy kárára, fájdalom, csonkán maradt,

¹ L. irod. jegyz.

² L. u. o.

³ L. u. o.

VORWORT.

Das Vorwort eines Werkes ist eigentlich dessen Nachwort. — So ist auch dieses Vorwort aufzufassen, — es ist ein Nachklang zu meinem um die Mitte des Jahres 1879 begonnenen und in seiner vorliegenden Form zu Anfang des Jahres 1882 vollendeten Werke.

Als ich dem ehrenden Auftrag der Königl. Ungar. Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Folge leistend mich anschickte, die Ergebnisse meiner mehrere Jahre lang fortgesetzten Untersuchungen aufzuarbeiten, stellte sich mir die Frage entgegen: ob ich wohl — besonders mit Rücksicht auf den Stand unserer vaterländischen Fachliteratur — eine lohnende Arbeit verrichte, wenn ich Detail-Studien über ein Gebiet mittheile, welches hiezulande der Mitarbeiter sozusagen gänzlich entbehrte, und für welches man in unserer Literatur nach einem über den gegenwärtigen Stand der Wissenschaft orientirenden Werk vergebene Umschau hält? — Aber nicht nur unsere vaterländische Literatur, auch die reichhaltige Fachliteratur des Auslandes konnte sich zu jener Zeit keines Werkes rühmen, welches die weithin zerstreuten Angaben gesammelt, nach ihrem Werth gewürdigt und entsprechend bearbeitet dargeboten hätte. Das in dieser Hinsicht als Einziges in Betracht kommende Werk war das BRONN'sche,¹ welches aber bloß auf den bis 1857—58 reichenden Kenntnissen fusst. Die in den Jahren 1858—61 veröffentlichten hochwichtigen Studien von CLAPARÈDE und LACHMANN² beschränken sich bloß auf die Rhizopoden, Ciliaten und zum Theil auf die Flagellaten, und ausserdem dass dieselben durch den Fortschritt des Zeitalters überholt sind, findet dort die Literatur nur insofern Berücksichtigung, als die Verfasser die-

¹ S. Liter.-Verz.

² Ibidem.

monografiák, melyek mint ilyenek, a véglényeknek csak egyes osztályaival, vagy rendjeivel foglalkoznak s csak a legelső kötet nyújt általános átpillantást a véglényeknek azon időbeli ismeretéről.

A szakirodalomnak jelzett állását tartva szem előtt, határoztam magamat arra, hogy tanulmányaim bevezetése gyanánt, összefoglaljam a véglényekre munkatervem megváltoztatásáig vonatkozó ismereteket s azokat, saját bűvárlati eredményeimet is tekintetbe véve és felhasználva, valamint — és erre nagy súlyt fektettem, s kiváló gondot fordítottam — a nagyobb részt egyes értekezésekben szétszórótt adatok pontos megjelölésével feldolgozzam.

Hogy egy olyan általános áttekintést nyújtó munka, a milyen szemem előtt lebegett, a szaköröknek abban az időben tényleg közökhajtása volt legjobban bizonyítja az a körülmény, hogy munkám megkezdésével csaknem egyidejűleg (1880) kezdette meg SAVILLE KENT nagy kézikönyvét,¹ mely a véglények egy részéről, t. i. az ostoros és csillószőrös ázálékállatkákról való összes eddigi ismereteinket felöleli; BÜTSCHLI pedig ugyanakkor (1880) vállalta magára, hogy a BRONN megindította encyclopædicus munka számára az összes állati véglényeket újra kidolgozza;² BALBIANI végre a Collège de France-ban tartott előadási sorozatban kezdte meg a véglényeknek a tudomány újabb állása szerint való tárgyalását.³ Mindezek között BÜTSCHLI-nek még folyamatban levő munkája bizonyára a legnagyobb fontosságú, s teljesen elkészülve, oly becses kézikönyv fog lenni, mely az újabb nemzedéknek teljes tájékoztatást nyújtand mindarról, a mi megjelenéseig a bűvárkodás ezen területén történt. — Hogy ezen befejezése felé közeledő

selbe zu ihren Studien benötigten. Die seit 1859 erschienenen gross angelegten Publicationen von STEIN,¹ deren letzter Band zum grossen Schaden der Wissenschaft leider unvollendet geblieben ist, sind Monographien, und behandeln als solche bloss einzelne Classen oder Ordnungen der Protisten; nur der erste Band liefert einen allgemeinen Ueberblick von der damaligen Kenntniss der Protisten.

Den gekennzeichneten Stand der Fachliteratur vor Augen haltend, entschloss ich mich als Einleitung zu meinen Studien die bis zur Abänderung meines Arbeitsplanes reichenden Kenntnisse von den Protisten zusammenzufassen, und mit Berücksichtigung und Verwerthung meiner eigenen Forschungsergebnisse, sowie — worauf ich ein grosses Gewicht legte und besondere Sorgfalt verwendete — unter genauer Angabe der grösstentheils in einzelnen Abhandlungen zerstreuten Daten aufzuarbeiten.

Dass der Mangel eines solchen, einen allgemeinen Ueberblick gewährenden Werkes, wie es meinen Augen vorschwebte, zu jener Zeit in Fachkreisen wirklich allgemein empfunden wurde, wird am besten durch den Umstand bewiesen, dass beinahe gleichzeitig mit der Inangriffnahme meines Werkes (1880) SAVILLE KENT sein grosses Handbuch² herauszugeben anfang, welches alle unsere bisherigen Kenntnisse über Flagellaten und Ciliaten umfasst; zur selben Zeit (1880) übernahm BÜTSCHLI die Neubearbeitung sämtlicher thierischen Protisten für das von BRONN begonnene encyclopædische Werk³; endlich hat BALBIANI in einer im Collège de France gehaltenen Reihe von Vorlesungen die Behandlung der Protisten nach dem neueren Stand der Wissenschaft begonnen.⁴ Von allen diesen Werken ist das noch im Zuge befindliche von BÜTSCHLI gewiss das bedeutsamste, und wird im vollendeten Zustand ein so werthvolles Handbuch abgeben, aus welchem die jüngere Generation über das auf diesem Forschungsgebiet bis zu seinem Erscheinen Geschehene eine

¹ Ibidem.

¹ A Manual of the Infusoria: including a description of all known Flagellate, Ciliate, and tentaculiferous Protozoa, british and foreign, and an Account of the Organisation and Affinities of the Sponges. Vol. I—III. London, 1880—82.

² L. irod. jegyz. Lief. 1—34. Hátra vannak még a csillószőrös ázálékállatkák.

³ Les Organismes unicellulaires. Les Protozoaires, Journal de Micrographie. 1881—1884.

² A Manual of the Infusoria: including a description of all known Flagellate, Ciliate, and tentaculiferous Protozoa, british and foreign, and an Account of the Organisation and Affinities of the Sponges. Vol. I—III. London, 1880—82.

³ S. Liter.-Verzeichn. Liefg. 1—34. Es fehlen noch die Ciliaten.

⁴ Les organismes unicellulaires. Les Protozoaires, Journal de Micrographie. 1881—1884.

nagyszabású munka mellett az én szűkebb határok között mozgó átpillantásomnak mennyiben van létjogosultsága s mennyire közelíti meg a czélt, melynek elérése szemem előtt lebegett, — ehhez nem én vagyok hivatva hozzászólni.

Szükségesnek tartom e helyen számot adni arról, hogy ezen átpillantás mily terjedelemben foglalja magában a véglényeket.

Hogy a legalsóbb állati és növényi szervezetek mily szoros összefüggésben állanak egymással, erre munkám bőven nyújt felvilágosítást, s én ezt a felfogásom szerint vita tárgyát nem képezhető, szakadatlan összefüggést tartva szem előtt, fogadtam el a közvetítő szervezetek megjelölésére a HAECKEL ajánlotta kifejezést (*Protista*). Mindazonáltal ezen munkámban a növényekkel szorosabb viszonyban álló véglényeket (*Protophyta*) csak annyiban vettem figyelembe, a mennyiben az ő ismeretök a gyökérlábúak meg ostoros ázalékállatkák megértésére okvetetlenül szükséges s munkám tulajdonképeni tárgyát az állati véglények (*Protozoa*) szabják meg. Ki kell továbbá emelnem, hogy búvárkodásom körén túllépni nem akarván és kiválólág hazai búvárok szükségleteit tartván szem előtt, a véglényeknek kizárólag tengerekben élő képviselőit csak oly terjedelemben illesztettem munkám keretébe, a milyenben az állati véglényeknek általános ismeretéhez szükségesnek látszott.

*

Munkám kidolgozásának jelzett idejét véve tekintetbe, nem tehetem, hogy a véglényeket illető ismereteink legújabb időben, mondhatnám napjainkban tett haladásának legfontosabb tételeit legalább néhány szóval ne érintsem.

Az állati módon táplálkozó véglények némelyében, valamint bizonyos alsóbb metazoom testében előforduló «*levélzöld-testecskék*» meg «*sárga sejtek*» természetének kipuhatólására BRANDT KÁROLY igen beható tanulmányokat tett, melyek lényegökben ugyanazon eredményre vezettek, a melyet ezen munkában kifejtteni alkalmam volt, azaz: arra az eredményre, hogy ezek a testecskék a véglények (illetőleg bizonyos alsóbb metazoomok) testébe befészkelődött

vollkommene Orientirung schöpfen kann. Inwiefern neben diesem, der Vollendung zueilenden grossangelegten Werke meinem in engeren Grenzen sich bewegenden Ueberblick eine Existenzberechtigung zukommt, und wie weit es mir gelungen ist das mir vorschwebende Ziel anzunähern, — darüber bin nicht ich berufen zu entscheiden.

Ich erachte es hier für nothwendig über den Umfang Rechnung zu legen, in welchem dieser Ueberblick auf die Protisten sich erstreckt.

Wie innig der Zusammenhang zwischen thierischen und pflanzlichen Protisten ist, darüber liefert die vorliegende Arbeit reichliche Aufklärung, und ich habe diesen, meines Erachtens unbestreitbaren ununterbrochenen Zusammenhang vor Augen gehalten, als ich zur Bezeichnung der Vermittlungs-Organismen den von HAECKEL vorgeschlagenen Ausdruck (*Protisten*) acceptirte. Indessen wurden in dieser Arbeit die inniger mit den Pflanzen verbundenen Protisten (*Protophyten*) nur insofern berücksichtigt, als deren Kenntniss zum Verständniss der Rhizopoden und Flagellaten unbedingt nothwendig ist; den eigentlichen Gegenstand meiner Arbeit bilden die thierischen Protisten (*Protozoën*). Ich muss ferner hervorheben, dass ich den Kreis der eigenen Forschungen nicht überschreiten wollte, und hauptsächlich die Bedürfnisse der vaterländischen Forscher vor Augen hielt, die ausschliesslich in den Meeren lebenden Repräsentanten der Protisten daher nur soweit in den Rahmen meiner Arbeit einfügte, als es zur allgemeinen Schilderung der thierischen Protisten nothwendig erschien.

*

In Anbetracht des Zeitpunktes, in welchem das vorliegende Werk ausgearbeitet wurde, kann ich nicht umhin, die in der jüngsten Zeit, sozusagen in unseren Tagen erzielten Fortschritte unserer Kenntnisse von den Protisten wenigstens in den wichtigsten Details mit einigen Worten zu berühren.

Um die Natur der in einigen nach Art der Thiere sich ernährenden Protisten, so wie im Leib gewisser niederer Metazoën vorkommenden «*Chlorophyll-Körperchen*» und «*gelben Zellen*» zu ergründen, hat KARL BRANDT sehr eingehende Studien ausgeführt, welche im Wesentlichen das von mir im vorliegenden Werke dargelegte Resultat ergaben, nämlich dass diese Körperchen in die Leiber der Protisten (beziehungsweise gewisser niederer Metazoën) eingedrungen und zu ihrem Wirth in einem symbioti-

és gazdáikkal symbioticus viszonyban álló egysejtű moszatok, melyek közül BRANDT a zöldeket *Zoochlorella*, a sárgákat *Zooxanthella* névvel jelöli.¹

A többi ostoros ázálékállatkától csillószőrövék jelenlétével annyira különböző *Cilioflagellatumok*-ról újabb bűvárok (KLEBS,² DADAY,³ BÜTSCHLI⁴) kimutatták, hogy az állítólagos csillószőrkoszorú volta képen vagy egyszerűen fonálszerű, vagy szalagszerűleg ellapult ostornak felel meg, mely rendes helyzetében az ostoros testét övező egyenlítői barázdába mintegy csíptetve van, s kigyózdó mozgásaival csillószőrkoszorút színlel. Ezen magában jelentéktelennek látszó tényállásnak kiderítése ezeket az ostorosokat, melyeket BÜTSCHLI ezután a jellem után *Dinoflagellatumok*-nak nevez, sokkal szorosabb kapcsolatba hozta a többi ostorosokkal, mint annak előtte voltak, s eddigelé kétes rendszertani helyöket élesebben jellemezte meg.

STEIN-nak⁵ és BÜTSCHLI-nek tanulmányai kimutatták, hogy a *Noctilucák* (*Cystoflagellata* Bütschli) szervezetüket tekintve — mint ezt már DUJARDIN gyanította — igen közel állanak a *Dinoflagellatumok*hoz s ezeknek kapcsán az ostoros ázálékállatkák (*Mossigophora* Bütschli) csoportjába osztandók be.

¹ K. BRANDT, Ueber das Zusammenleben von Thieren und Algen. Sitzungsber. d. Gesellsch. naturforsch. Freunde zu Berlin. 15. Nov. 1881. — U. a. cím alatt, Biolog. Centralbl. I. Jahrg. 15. Dez. 1881. — Ueber morphologische und physiologische Bedeutung des Chlorophylls bei Thieren. AAP. 1882. — Ueber Synbiose von Algen und Thieren. U. o. 1883. — Ueber die morphologische und physiologische Bedeutung des Chlorophylls bei Thieren. 2. Artikel. Mittheil. aus der zoolog. Station zu Neapel. IV, Bd. 1883.

² Ueber die Organisation einiger Flagellatengruppen und ihre Beziehungen zu Algen und Infusoriengruppen. Unters. aus d. botan. Institut zu Tübingen. Bd. I. 1883.

³ Adatok a Cilioflagellátok ismeretéhez. Ért. a term. tud. kör. M. tud. Akad. III. oszt. XIII. köt. XV. sz. 1883. Ueber eine Polythalamie der Kochsalztümpel bei Déva in Siebenbürgen. ZWZ. XL. 1884.

⁴ Einige Bemerkungen über gewisse Organisationsverhältnisse der Cilioflagellaten und der Noctiluca. MJ. X. 1885.

⁵ Der Organismus der Infusionsthiere. III. Abth. II. Hälfte. Die Naturgeschichte der arthrodelen Flagellaten. 1883.

⁶ Id. ért.

schen Verhältniss stehende einzellige Algen sind, von welchen BRANDT die grünen *Zoochlorella*, die gelben aber *Zooxanthella* benannte.¹

Bezüglich der von den übrigen Flagellaten durch das Vorhandensein des Ciliengürtels so sehr verschiedenen *Cilioflagellaten* haben neuere Forscher (KLEBS,² DADAY,³ BÜTSCHLI⁴) nachgewiesen, dass der angebliche Cilienkranz eigentlich einem entweder einfach fadenförmigen, oder bandartig abgeflachten Geisselfaden entspricht, welcher bei seiner gewöhnlichen Lagerung in die den Leib des Flagellaten umgürtende æquatoriale Furche gewissermassen eingekniffen ist und durch seine Schlangenbewegungen einen Cilienkranz vortäuscht. Durch die Klarstellung dieses für sich unbedeutend erscheinenden Sachverhalts werden diese, von BÜTSCHLI in Folge dieses Charakters *Dinoflagellaten* benannten Flagellaten in einen viel engeren Zusammenhang mit den übrigen Flagellaten gebracht, als sie früher waren, und es wird ihnen die bislang zweifelhafte Stelle im System schärfer angewiesen.

Ferner haben die Studien von STEIN⁵ und von BÜTSCHLI⁶ nachgewiesen, dass die *Noctilucen* (*Cystoflagellaten* Bütschli) hinsichtlich ihrer Organisation — wie das schon von DUJARDIN war vermuthet worden — den *Dinoflagellaten* sehr nahe verwandt, und hiernach in die Gruppe der Flagellaten (*Mastigophoren* Bütschli) einzureihen sind.

¹ K. BRANDT, Ueber das Zusammenleben von Thieren und Algen. Sitzungsber. d. Gesellsch. naturforsch. Freunde zu Berlin. 15. Nov. 1881. — Unter demselben Titel, Biolog. Centralbl. I. Jahrg. 15. Dez. 1881. — Ueber morphologische und physiologische Bedeutung des Chlorophylls bei Thieren. AAP. 1882. — Ueber Symbiose von Algen u. Thieren. Ibid. 1883. — Ueber die morphologische und physiologische Bedeutung des Chlorophylls bei Thieren. 2. Artikel. Mittheil. aus der zoolog. Station zu Neapel. IV. Bd. 1883.

² Ueber die Organisation einiger Flagellatengruppen und ihre Beziehungen zu Algen und Infusoriengruppen. Unters. aus d. botan. Institut zu Tübingen. Bd. I. 1883.

³ Beiträge zur Kenntniss der Cilioflagellaten. Abhandlungen der III. Classe der ung. Akademie d. Wiss. aus dem Bereich d. Naturwissenschaften. Bd. XIII. No. 15. 1883. (Ungarisch.) Ueber eine Polythalamie der Kochsalztümpel bei Déva in Siebenbürgen. ZWZ. XL. 1884.

⁴ Einige Bemerkungen über gewisse Organisationsverhältnisse der Cilioflagellaten und der Noctiluca. MJ. X. 1885.

⁵ Der Organismus der Infusionsthiere. III. Abth. II. Hälfte. Die Naturgeschichte der arthrodelen Flagellaten. 1883.

⁶ Diss. cit.

A csillószörös ázalékállatkák *egybekelési folyamata* tanulmányozása a legújabb időben ismét több buvált foglalkoztatott (JICKELI,¹ PLATE,² GRUBER,³ MAUPAS,⁴) mely azonban sem a folyamat részleteit, sem magyarázatát illetőleg az óhajtvá várt megegyezésre nem vezetett. Mindezen bűvárlatok között a legnagyobb fontosság felfogásom szerint MAUPAS-nak igen beható és terjedelmes — fájdalom, eddigelé még csak rövid, előleges jelentésekben közölt — vizsgálatait illeti, melyek azon végeredményre vezettek, hogy az egybekelés, mint bizonyos jogosultsággal már a korábbi vizsgálatokból is következtethető volt, lényegében a pete termékenyítésével megegyező folyamat, melynél a termékenyítő elem szerepét az egybekelt pároknak kölcsönösen kicserélt nucleolusrészletei játsszák. Ezek a kölcsönösen kicserélt nucleolusrészletek a pete termékenyítésénél szereplő him pronucleusszal teljesen egyenértékűek, s a női pronucleusszal, azaz annak az egyénnek, a melybe behatoltak, egyik nucleolusrészletével egygyéolvadnak. Az ily módon végbe ment termékenyítést, úgy mint ENGELMANN-nak és BÜTSCHLI-nek e munka utolsó fejezetében tárgyalt vizsgálatai is bizonyítják, az egybekelt párok megifjodása, teljes szervezeti reorganisatioja követi, melynek elmaradásával, azaz, ha a több nemzedékben oszlás útján szaporodott ázalékállatkák egybekeléséhez nem járulhatnak, a kimerülési halál okvetetlenül bekövetkezik. E szerint a véglények halhatatlanságát, melyet WEISMANN több értekezésében oly szellemesen fejtegetett,⁵ MAUPAS fontos vizsgálá-

Mit dem Studium des *Conjugationsprocesses* der Ciliaten waren in neuester Zeit wieder mehrere Forscher (JICKELI,¹ PLATE,² GRUBER,³ MAUPAS⁴) beschäftigt, ohne dass hinsichtlich der Details des Processes, oder dessen Erklärung die erwünschte Uebereinstimmung wäre erzielt worden. Von allen diesen Forschungen kommt die grösste Wichtigkeit, meines Erachtens, den sehr eingehenden und umfassenden, leider aber bis jetzt blos in kurzen vorläufigen Mittheilungen bekannt gewordenen Untersuchungen von MAUPAS zu, welche als Endresultat ergaben, dass die Conjugation, wie das mit einer gewissen Berechtigung schon aus den älteren Untersuchungen zu folgern war, ein im Wesentlichen mit der Befruchtung des Eies übereinstimmender Process ist, bei welchem die Rolle des befruchtenden Elements durch die gegenseitig ausgetauschten Nucleolus-Partieen der conjugirten Paare getragen wird. Diese gegenseitig ausgetauschten Nucleolus-Partieen sind dem, bei der Befruchtung des Eies thätigen männlichen Pronucleus vollkommen gleichwerthige Gebilde, welche mit dem weiblichen Pronucleus, das heisst einer Nucleolus-Partie des Individuums, in welches sie eingedrungen sind, verschmelzen. Auf die in dieser Weise verlaufende Befruchtung folgt, wie auch die im letzten Kapitel des vorliegenden Werkes besprochenen Untersuchungen von ENGELMANN und BÜTSCHLI beweisen, eine Verjüngung und vollständige Reorganisation der conjugirten Paare, ohne welche, das heisst, wenn die in mehreren Generationen durch Theilung sich fortpflanzenden Infusorien nicht zur Conjugation gelangen können, der Erschöpfungstod sicher eintritt. Hiernach wäre also die von WEISMANN in mehreren Abhandlungen⁵ so geistreich dargestellte Un-

¹ Ueber die Kernverhältnisse der Infusorien. ZA. 1884. No. 175—176.

² Untersuchungen einiger an den Kiemenblättern des Gammarus pulex lebenden Ektoparasiten ZWZ. XLIII. 1886.

³ Ueber die Bedeutung der Conjugation bei den Infusorien. Berichte d. naturforsch. Gesellsch. zu Freiburg i. B. II. Bd. 1. Hft. 1886. — Der Conjugationsprocess bei Paramecium Aurelia. U. o. II. 2. Hft. 1886.

⁴ Sur la conjugaison des Infusoires ciliés. CR. 27 juin. 1886. — Sur la conjugaison des Paraméciens. CR. 6 sept. 1886. — Sur la conjugaison des Ciliés. CR. 18 juillet, 1887. — Théorie de la sexualité des Infusoires ciliés. CR. 16. août, 1887.

⁵ Ueber die Dauer des Lebens. Jena. 1882. — Zur Frage nach der Unsterblichkeit der Einzelligen. Biolog. Centralbl. IV. 1885. No. 21—22.

¹ Ueber die Kernverhältnisse der Infusorien. ZA. 1884. No. 175—176.

² Untersuchungen einiger an den Kiemenblättern des Gammarus pulex lebenden Ektoparasiten. ZWZ. XLIII. 1886.

³ Ueber die Bedeutung der Conjugation bei den Infusorien. Berichte d. naturforsch. Gesellsch. zu Freiburg i. B. II. Bd. 1. Hft. 1886. — Der Conjugationsprocess bei Paramecium Aurelia. Ibidem II. Bd. 2. Hft. 1886.

⁴ Sur la conjugaison des Infusoires ciliés. CR. 28 juin, 1886. — Sur la conjugaison des Paraméciens. CR. 6 sept. 1886. — Sur la conjugaison des Ciliés. CR. 18 juillet, 1887. — Théorie de la sexualité des Infusoires ciliés. CR. 16 août, 1887.

⁵ Ueber die Dauer des Lebens. Jena. 1882. — Zur Frage nach der Unsterblichkeit der Einzelligen. Biolog. Centralbl. IV. 1885. No. 21—22.

tai, — melyek részletes kifejtésének bizonyára minden szakférfi feszült érdeklődéssel néz eléje — megczáfolnák.

MAUPAS vizsgálatainak eredményei, melyeknek veleje az, hogy az egybekelés a pete termékenyítésével lényegében megegyező folyamat, igen öröndetes támaszt nyert ROBOZ ZOLTÁN-nak a *Gregarina flava* egybekelése körül tett tanulmányaiban, melyekben kimutatja, hogy a Gregarinák egybekelésakor lényegében hasonlóképpen ugyanaz a folyamat megy végbe, mint a pete termékenyítése alatt.¹

Mindenki előtt, ki a sejttan haladását figyelemmel kíséri, ismeretes, hogy FROMMANN, HEITZMANN, KUPFFER, SCHMITZ, FLEMMING, LEYDIG és másoknak vizsgálatai a sejt körüli bűvarkodásnak új területet nyitottak meg. A protoplazma a mai bűvárlati módszerekkel vizsgálva, nem az a folyékony, egynemű, vagy szemeeskézett állomány többé, a milyennek SCHULTZE MIKSA idejétől kezdve általában felfogták. Bármennyire eltérők is még jelenleg a részletekre nézve a bűvárok felfogásai, abban valamennyi megegyezik, hogy a protoplazmának sajátos finomabb szerkezete van, hogy a sejt, az «elemi szervezet», maga is bonyolódott szervezet. A szöveti sejtek finomabb szerkezetének felismerésére törekvő bűvárlatok új irányt jelöltek a véglények bűvárai számára is. Ezen irányban BÜTSCHLI,² SCHUBERG,³ FABRE-DOMARGUE⁴ s ezen sorok írója⁵ megtették az első lépéseket, melyek azt bizonyítják, hogy a véglények testét alkotó protoplazma is úgy, mint a szöveti sejteké, kétféle részből áll: t. i. az alakult részből (*protoplasma Kupffer, mitoma Flemming, spongioplasma Leydig*) s az alakult rész fonálközeit vagy hálózatainak hurkait kitöltő egy-

sterblichkeit der Protisten durch die wichtigen Untersuchungen von MAUPAS — deren ausführlicher Publication gewiss jeder Fachmann mit gespanntem Interesse entgegensieht — widerlegt.

Das Ergebniss der MAUPAS'schen Untersuchungen, wonach die Conjugation dem Wesen nach als ein mit der Befruchtung des Eies identischer Process aufzufassen ist, gewann eine sehr willkommene Stütze in den Studien von ZOLTÁN v. ROBOZ über die Conjugation bei *Gregarina flava*, welche nachwiesen, dass auch bei der Conjugation der Gregarinen im Wesentlichen der nämliche Process abläuft, wie während der Befruchtung des Eies.¹

Einem Jeden, der die Fortschritte der Zellenlehre mit Aufmerksamkeit verfolgt, ist es bekannt, dass durch die Untersuchungen von FROMMANN, HEITZMANN, KUPFFER, SCHMITZ, FLEMMING, LEYDIG und Anderen für die Forschung über die Zelle ein neues Gebiet eröffnet wurde. Mit den heutigen Forschungsmitteln untersucht, ist das Protoplasma nicht mehr die halbflüssige, homogene oder granulirte Substanz, als welche sie seit MAX SCHULTZE allgemein war aufgefasst worden. Wie sehr auch die Forscher in der Auffassung der Details heute noch von einander abweichen mögen, darin sind sie Alle einig, dass das Protoplasma eine eigenthümliche feinere Structur besitzt, und dass die Zelle, der «Elementarorganismus» selbst ein complicirter Organismus ist. Die auf die Ergründung der feineren Organisation der Gewebszellen abzielenden Forschungen haben auch für die Protistenforscher eine neue Richtung ausgesteckt. Die ersten, von BÜTSCHLI,² SCHUBERG,³ FABRE-DOMARGUE⁴ und dem Verfasser⁵ in dieser Richtung gethanen Schritte ergaben, dass auch das den Protistenleib bildende Protoplasma, wie jenes der Gewebszellen, aus zweierlei Substanzen besteht, nämlich der

¹ Adatok a Gregarinák ismeretéhez. Ért. a term. tud. kör. M. tud. Akad. III. oszt. XVI. köt. 4. sz. 1886.

² Einige Bemerkungen etc. I. f. — Kleine Beiträge zur Kenntniss einiger mariner Rhizopoden. MJ. XI. 1885.

³ Ueber den Bau der Bursaria truncatella; mit besonderer Berücksichtigung der protoplasmatischen Strukturen. MJ. XII. 1886.

⁴ Sur la structure réticulée du protoplasma des Infusoires. CR. 14. mart, 1887.

⁵ Adatok az Amöbák finomabb szerkezetének ismeretéhez. Orv. term. tud. ért. Kolozsv.

¹ Beiträge zur Kenntniss der Gregarinen. Abhandlungen der III. Classe der ung. Akademie d. Wiss. aus dem Bereiche d. Naturwissenschaften. Bd. XVI. No. 4. 1886. (Ungarisch.)

² Einige Bemerkungen, loc. sup. cit. — Kleine Beiträge zur Kenntniss einiger mariner Rhizopoden. MJ. XI. 1885.

³ Ueber den Bau der Bursaria truncatella; mit besonderer Berücksichtigung der protoplasmatischen Strukturen. MJ. XII. 1886.

⁴ Sur la structure réticulée du protoplasma des Infusoires. CR. 14. mart, 1887.

⁵ Beiträge zur Kenntniss der feineren Organisation der Amöben. Medic.-Naturwiss. Anzeiger. Klausenburg. 1887. (Ungarisch.)

nemű, szerkezetnélküli, folyékonyabb állományból (*paraplasma Kupffer*, *paramitoma Flemming*, *hyaloplasma Leydig*). Az új irányban megindult bűvárlatoknak előreláthatólag nagy a jövője, mert az ismereteknek azon magasabb régiói felé egyengetik az utat, a melyről az élőállomány mivoltába majdan mélyebb bepillantás tehető.

Miként a protoplazmának, úgy a pihenő, azaz oszlásban nem levő, főleg pedig az oszlásban levő *sejtmag*-nak finomabb szerkezete kiváló tárgyát képezi a mai szövetbűvárlatnak, mely oly lényegesen tökéletesített módszerekkel rendelkezik. Az ezen irányban bűvárlkodók, kiknek tekintélyes sorából legyen elég STRASBURGER-t, FLEMMING-et, KLEIN E.-t, E. VAN BENEDEN-t, RETZIUS-t, PFITZNER-t, RABL-t, GUIGNARD-t és JURÁNYI-t kiemelni, lényegében mind arra az eredményre jutottak, hogy miként a protoplazma, úgy a sejtmag is kétféle állományból áll: úgymint a gomolyszerű fonalat vagy hálózatot képező, festékszínanyagokkal színezhetően alakult állományból (*chromatin Flemming*), meg a nem, vagy csak gyengén színeződő, egynemű alapállományból (*achromatin Flemming*), s hogy e kétféle állományon az anyag oszlásakor a két fiókmag lényegében valamennyi sejtnél ugyanazon jellemző alakváltozások között lefolyó módon osztódik. A véglények magjának szerkezetére irányított újabb tanulmányok (JICKELI,¹ GRUBER,² BÜTSCHLI³) ha ez idő szerint még nagyon töredékesek is, s minden tekintetben kielégítő eredményre nem is vezettek, mégis határozottan kimutatták, hogy a véglények magképletei szerkezeti összetételükre nézve a szöveti sejtektől lényegesen nem különböznek. Hogy továbbá a karyokinesis — melynek felfedezésére az ázalékállatkák egybekelése alatt a nucleoluson észlelt s oly hosszú ideig hamisan ma-

geformt Substanz (*Protoplasma Kupffer*, *Mitom Flemming*, *Spongioplasma Leydig*) und aus der die Faden- oder Maschenräume dieser geformt Substanz ausfüllenden homogenen, structurlosen flüssigeren Substanz (*Paraplasma Kupffer*, *Paramitoma Flemming*, *Hyaloplasma Leydig*). Die in der neuen Richtung begonnenen Forschungen haben voraussichtlich eine grosse Zukunft, da sie den Weg zu jenen höheren Regionen der Kenntnisse ebnen, von welchen aus einstens ein tieferer Einblick in das Wesen der lebenden Substanz kann gewonnen werden.

Neben dem Protoplasma bildet der feinere Bau des ruhenden, das heisst nicht in Theilung begriffenen, insbesondere aber die des sich theilenden Zellkerns einen hervorragenden Gegenstand der mit so sehr vervollkommeneten Methoden arbeitenden modernen histologischen Forschung. Die in dieser Richtung thätigen Forscher — aus deren stattlicher Reihe es genügen möge STRASBURGER, FLEMMING, E. KLEIN, RETZIUS, E. van BENEDEN, PFITZNER, RABL, GUIGNARD und JURÁNYI hervorzuheben — sind Alle wesentlich zu demselben Ergebniss gelangt, nämlich dass nicht nur das Protoplasma, sondern auch der *Zellkern* aus zwei verschiedenen Substanzen besteht, u. zw. aus der einen knäuelartigen Faden, oder ein Netzwerk bildenden, Tinctionsmittel annehmenden geformt Substanz (*Chromatin Flemming*), und aus der nicht oder nur schwach färbbaren homogenen Grundsubstanz (*Achromatin Flemming*), ferner dass die zwei Tochterkerne aus diesen zwei Substanzen bei der Theilung des Mutterkerns in einer Weise theilhaftig werden, welche im Wesentlichen bei allen Zellen unter denselben Formveränderungen abläuft. Die auf die Structur des Protistenkerns abzielenden neueren Studien (von JICKELI,¹ GRUBER,² BÜTSCHLI³) sind, wohl derzeit noch sehr fragmentarisch, und haben zu einem in jeder Hinsicht befriedigenden Ergebniss noch nicht geführt: so viel wurde aber durch dieselben als sicher erwiesen, dass die Kerngebilde der Protisten, ihren Bau betreffend, von jenen der Gewebszellen nicht wesentlich verschieden sind. Dass

¹ Id. ért.

² Ueber Kerntheilungsvorgänge bei einigen Protozoen. ZWZ. XXXVIII. 1883. — Ueber Kern und Kerntheilung bei den Protozoen. ZWZ. XL. 1884. — Studien über Amöben. ZWZ. XLI. 1884.

³ Einige Bemerkungen etc. I. f. — Kleine Beiträge etc. I. f.

¹ Diss. cit.

² Ueber Kerntheilungsvorgänge bei einigen Protozoen. ZWZ. XXXVIII. 1883. — Ueber Kern und Kerntheilung bei den Protozoen. ZWZ. XL. 1884. — Studien über Amöben. ZWZ. XLI. 1884.

³ Einige Bemerkungen. loc. sup. cit. — Kleine Beiträge, loc. sup. cit.

gyarázott változások tudvalevőleg lényeges befolyással voltak — lényegében ugyanolyan módon foly le, mint az állati és növényi sejtekben, ezt GRUBER-nek¹ és HERTWIG RICHARD-nak² az *Actinosphaerium Eichhornii*, de különösen PFITZNER-nek³ az *Opalina Ranarum* magjainak oszlásán tett tanulmányai bizonyítják.

A magképleteknek az újabb bűvárlati módszerekkel való tanulmányozása arra a becses felfedezésre vezette BRASS-t⁴ és ZOPF-ot,⁵ hogy a sejtnek ezen lényeges alkotórésze nem hiányzik oly véglényeknél sem, melyeknél mindeddig elkerülte a bűvárok figyelmét: így a *Protamoebák*-at egy, a *Vampyrellák*-at pedig, melyeket KLEIN GYULÁ-nak terjedelmes vizsgálatai után⁶ még magnélkülieknek kelle tartanunk, egy, vagy éppen számos mag jellemzi. Ha tekintetbe vesszük még, hogy GRUBER a *Myxastrum liguricum*-nál, mely igen közel áll HAECKEL magnélküli *Myxastrum radians*-ához, sőt ezzel esetleg azonos, szintén nagyszámú magot fedezett fel,⁷ úgy mindinkább nyer valószínűségben az a felfogás (l. 35. l.), hogy magnélküli egysejtű lények, azaz *Monerek* nincsenek. — A magoknak festőmódszerrel való tanulmányozása a csillószőrös ázalékállatkáknál is meglepő eredményre vezette MAUPAS-t⁸ és GRUBER-t⁹, arra

fermer die Karyokinese — zu deren Entdeckung die bei den Infusorien während der Conjugation am Nucleolus beobachteten, und so lange Zeit falsch ausgelegten Veränderungen bekannter Weise von wesentlichem Einfluss waren — im grossen Ganzen auf die nämliche Weise verläuft, wie in den thierischen und Pflanzenzellen, das wird durch die Studien über die Kerntheilung bewiesen, welche GRUBER¹ und RICHARD HERTWIG² an *Actinosphaerium Eichhornii*, insbesondere aber PFITZNER³ an *Opalina Ranarum* angestellt haben.

Durch Anwendung der neueren Forschungsmethoden auf das Studium der Kerngebilde machten BRASS⁴ und ZOPF⁵ die werthvolle Entdeckung, dass dieser wesentliche Bestandtheil der Zelle auch solchen Protisten nicht abgeht, bei welchen er der Aufmerksamkeit der Forscher bislang entgangen war; so sind die *Protamoeben* durch einen, die *Vampyrellen* aber, welche nach den umfassenden Untersuchungen von J. KLEIN⁶ noch für kernlos mussten gehalten werden, durch einen oder gar zahlreiche Kerne charakterisirt. Nimmt man noch in Betracht, dass GRUBER bei dem, dem kernlosen HAECKEL'schen *Myxastrum radians* sehr nahe stehenden, vielleicht sogar mit diesem identischen *Myxastrum liguricum* ebenfalls zahlreiche Kerne entdeckte⁷: so wird die Ansicht, dass es kernlose einzellige Wesen, das heisst *Moneren* überhaupt nicht gebe (vergl. S. 255), immer mehr an Wahrscheinlichkeit gewinnen. — Das Studium der Kerne mittelst Tinctionsmittel führte MAUPAS⁸ und GRUBER⁹ auch

¹ Ueber Kerntheilungsvorgänge etc. l. f.

² Die Kerntheilung bei *Actinosphaerium Eichhornii*. Jena. 1884.

³ Zur Kenntniss der Kerntheilung der Protozoën. MJ. XI. 1885.

⁴ Die Organisation der thierischen Zelle. I Heft. Halle. 1883.

⁵ Zur Morphologie und Biologie der niederen Pilzthiere (*Moneren*). Leipzig. 1885.

⁶ A *Vampyrella* fejlődése és rendszertani állása. Ért. a term. tud. kör. M. tud. Akad. III. oszt. XII. köt. V. sz. 1882.

⁷ Die Protozoën des Hafens von Genua. Halle. 1884.

⁸ Contribution à l'étude morphologique et anatomique des Infusoires ciliés. Arch. de Zool. expér. et génér. II. Sér. I. 1883.

⁹ Ueber Kern und Kerntheilung etc. l. f. — Die Protozoën des Hafens von Genua. — Ueber vielkernige Protozoën. Biolog. Centralbl. IV. 1885. Nr. 23. — Weitere Beobachtungen an vielkernigen Infusorien. Berichte d. naturforsch. Gesellsch. zu Freiburg i. Br. III, 1887.

¹ Ueber Kerntheilungsvorgänge loc. sup. cit.

² Die Kerntheilung bei *Actinosphaerium Eichhornii*. Jena. 1884.

³ Zur Kenntniss der Kerntheilung der Protozoën. MJ. XI. 1885.

⁴ Die Organisation der thierischen Zelle. I Heft. Halle.

⁵ Zur Morphologie und Biologie der niederen Pilzthiere (*Moneren*). Leipzig. 1885.

⁶ *Vampyrella*, ihre Entwicklung und systematische Stellung. Eine zoologisch.-botanische Abhandlung. Botan. Centralbl. Jahrg. III. Bd. XI. No. 5—7. 1882.

⁷ Die Protozoën des Hafens von Genua. Halle. 1884.

⁸ Contribution à l'étude morphologique et anatomique des Infusoires ciliés. Arch. de Zool. expér. et génér. II. Sér. I. 1883.

⁹ Ueber Kern und Kerntheilung loc. sup. cit. — Die Protozoën des Hafens von Genua. — Ueber vielkernige Protozoën. Biolog. Centralbl. IV. 1885. Nr. 23. — Weitere Beobachtungen an vielkernigen Infusorien. Berichte d. naturforsch. Gesellsch. zu Freiburg i. Br. III, 1887.

t. i. hogy számos — különösen tengeri — ázalékállat-
kának igen nagyszámú magja van, melyek némelyek-
nél rendkívül apró részletekre oszolva, az egész pro-
toplazmatestben szét vannak szórva.

*

A mi mondani valóm még van, kedves köteles-
ség csupán. Kedves kötelességem meleg köszönetet
mondani a kir. magyar Természettudományi Társu-
latnak, valamint azon nagyérdemű férfiúnak, ki nem-
zeti kulturánk felvirágozásáért oly nemesen hevül, s
kinek szerény munkámat ajánlhatni szerencsémnek
tartom!

Kolozsvártt, 1887. november 19.

Entz Géza.

bei den Ciliaten zu einem überraschenden Ergebniss:
zum Ergebniss, dass mehreren — namentlich mari-
nen — Ciliaten sehr viele Kerne zukommen, welche
bei manchen in sehr kleine Partien getheilt im gan-
zen Protoplasmaleib zerstreut liegen.

*

Was ich noch zu sagen habe, ist mir eine ange-
nehme Pflicht. Einer angenehmen Pflicht komme ich
nach, indem ich meinen wärmsten Dank der Kön.
Ungar. Naturwissenschaftlichen Gesellschaft, sowie
dem hochverdienten Manne ausspreche, der sich für
das Erblühen unserer nationalen Cultur so edel be-
geistert, und dem mein bescheidenes Werk widmen
zu können ich mich glücklich schätze!

Klausenburg, 19. November, 1887.

Géza Entz.

ELSŐ IDŐSZAK.

Leeuwenhoek és Müller Ottó Frigyes kora.

«A természettudományok haladását gátló legnagyobb akadályoknak egyike abban keresendő, hogy a régiek egészen az értelem fejlesztésével lévén elfoglalva, az érzékekkel való ismeretszerzést elhanyagolták s a dolgok lényegét inkább szerették kitalálni, mint meglátni. Már pedig, minthogy a lélek mitsem ismer, mit a test szervei nem közvetítenek, az érzékek működése ép oly szükséges a természet teljes megismerésének elérésére, mint az észé . . . Ezen hiányt pótlandók a mai tudósok az érzékek működésének tökéletesítésén fáradoznak, különösen a látásén, mely valamint mindannyi között a legnemesebb, úgy a legszükségesebb is, s feltaláltak kétféle látószert: a teleszkópot oly tárgyakra közelítésére, melyek távolságuk miatt láthatatlanok, s a mikroszkópot a kiesések miatt ki nem vehetőknél nagyítására; s ezen két eszközzel kevés év alatt többet fedeztek fel, mint a mennyit a régiek több évszázad lefolyása alatt minden okoskodásukkal sem voltak képesek. Ezen eszközökkel az egész természet újnak tűnt fel: a teleszkóppal sikerült az égen új mozgásokat, új csillagokat s új meteorokat látnunk; a mikroszkóp pedig fölfedezett a földön egy egészen új apró világot s mindenütt apró teremtmények végtelen sokaságát engedte észrevennünk, melyek nem kevésbé csodálatosak, mint mindazok, melyek ez ideig ismeretesek voltak».¹ Ezen szavakkal fogtak 1666-ban a «*Journal des Scavans*» szerkesztői azon mai nap igénytelennek látszó vizsgálatok ismertetéséhez, melyeket HOOKE RÓBERT azon eszközzel végezett, mely hivatva lón a biológiai tudományokat reformálni.

Miként hét görög város versengett a felett, hogy

melyik ringatta bölcsojót a halhatatlan HOMEROS-nak: úgy két nemzet, az olasz s a hollandi követeli magának azon dicsőséget, hogy az összetett nagyító (mikroszkóp) feltalálóját szülte; az olaszok FONTANÁ-t és GALILEO GALILEI-t, a hollandiak DREBEL-t és JANSSEN JÁNOS-t, megfiát ZAKHARIÁS-t tartják a nagyító feltalálójának.

A vitás kérdés mai nap HARTING kutatásai által eldöntöttnek tekinthető s ezek szerint két middelburgi szemüveg-készőről, JANSSEN JÁNOS és fia ZAKHARIÁS kombinálták 1590 körül a lencsákat összetett nagyítóvá s készítették az első nagyítócsövet.¹

Az első nagyítók természetesen még igen tökéletlenek voltak s ha nagyobb képet adtak is, de bizonyára nem adtak tisztábbat, mint a «*vitrum pulicarium*», azaz *bolhakukucs-káló-üveg* gúnyos elnevezés alatt ismeretes s azon időben már használatban levő egyszerű nagyítók. Csak mikor a nagyítókat észszerű, kényelmes és könnyen kezelhető állvánnyal s 1715-től kezdve a tárgynak alulról való átvilágítására szolgáló tükrökkel látták el; főleg pedig, mikor számos, teljesen kielégítő eredményre nem vezető kísérlet után, végre SELIGUE-, illetőleg CHEVALIER-nek 1824-ben sikerült EULER elméletének realizálásával a sphaericus és chromaticus aberratiót mellőzni, vagy helyesebben, lehetőleg minimumra redukálni s erős nagyításoknál is még tiszta és éles képet előállítani: csak ekkor lett a nagyító azzá, a mi mai nap: a természetbúvárnak, — mint HUMBOLDT SÁNDOR igen találóan és szépen fejezi ki, — új szervévé, mely egy nem sejtett világ rejtekeibe vezetett.

¹ JOBLÖT, 1—2.

¹ P. HARTING, Das Mikroskop. III. Bd. Geschichte. Deutsche Originalausgabe. Braunschweig. 1866.

A kik az újonnan feltalált eszközt csupán a kíváncsiság kielégítésére, vagy szeméti és kedélyt gyönyörködtető időtöltésül, nemesebb játékszerű használgatták, azoknak hosszú sorából kiválnak, kimagaslanak egyes férfiak, a kik a nagyítóknak, mint a bűvárkodás eszközeinek nagy fontosságát belátva, tervszerű tanulmányokat kezdtek meg, utat törve s irányt jelölve az utónemzedék számára.

Ezen bűvárok sorát megkezdi a római «hiúzok» akadémiajának (Academia dei Lyncei) egyik tagja, FRANCESCO STELLUTI (FRANCISCUS STELLUTUS), ki 1625-ben nagyítói vizsgálatok alapján ismerteti a méhek testrészeit.¹ Ezt követi MARCELLO MALPIGHI, korának egyik legnagyobb természettudósa, ki nagyítóval végzett vizsgálatait kiterjeszti az állat- és növényországra. MALPIGHI-nek az agy, a nyelv, a tapintó érzék, a tüdők és zsigerek finomabb szerkezetét tárgyaló dolgozatai nem kevésbé úttörők és fontosak a tudomány továbbfejlődésére, mint a csirke petebeli fejlődése körül tett tanulmányai, melyekben sokkal messzebb ment, mint ezen téren működő elődei, VOLCHER, COITER és FABRICIUS ab AQUAPENDENTE, vagy a selyemesztrőrlől (Bombyx) írt mintaszerű boncz-tani monográfiája, mely először adja egy gerinctelen állat teljes boncztanát, s mai nap is haszonnal olvasható; növényboncztanával végre, melyet GREW NEMEMÁS-nak ugyanazon tárgyú dolgozatával egyidejűleg 1671-ben nyújtott be a londoni királyi társaságnak (Royal Society), GREW-val együtt megvetette a növényboncztan alapját s kimondotta, hogy a növények szöveteinek legkisebb egységei tömlőeskék vagy zacskóeskák (utriculi seu sacculi), azaz sejtek, — mit különben HOOKE ROBERT is sejtett, ki a növénysejteket már 1665-ben «cells», vagy «boxes» néven nevezte.

Az olasz MALPIGHI-vel egyidejűleg munkálkodott a hollandi SWAMMERDAM JÁNOS, bámulatunk s szálnalmunkra egyaránt méltó rendkívüli férfiú, ki az előbbi s kortársait egyáltalában sok tekintetben messze meghaladta, s ki — mint BAER KÁROLY ERNŐ mondja² — a tudománynak esett áldozatúl, mert felette korán s felette buzgón hatott előre oly úton, melyet a nagy tömeg még azon időben esztelennek s fonáknak tartott. SWAMMERDAM bűvárkodásának súlypontja az ízeltlábúak, különösen rovarok, továbbá a

békák boncztanának s átalakulásának s néhány lágystestű (Mollusca) boncztanának szabad s fegyverzett szemmel való tanulmányozására esik; oly térre, mely előtte egészen parlag volt s melyen a nyomdokaiba lépők az övénel gazdagabb aratást alig végeztek. A méhnek, szúnyognak, Ephemerának, legyeknek, pillangóknak, tetűnek, skorpiónak, csigáknak, Sepiának, békáknak stb. SWAMMERDAM adta boncz-tani és fejlődéstani leírásai az állattani irodalomnak örökbecsű remekei. Ugyanő volt az első, ki a békapetek barázdálódásának folyamatát, melyet tüzetesen csak a jelen évszázadban tanulmányoztak ismét, megfigyelte; fiatal békaembriók leírásánál pedig említést tett arról, hogy testök kezdetben egynemű rögcéskéből (*klootkens*), azaz *sejtekből* van összetéve; — oly felfedezés ez, melyet csak a legújabb idő bűvárlatai erősítettek s mely, ha fontossága felismeretik, bizonyára korán elvezetett volna az állatok szövetfejlődésének ismeretéhez.

Mindjárt az új irányban megindult bűvárkodási áramlat kezdetén, ugyanazon időben, melyben MALPIGHI az összes élőlények finomabb szervezetére terjesztette ki tervszerű s eszmék vezérelte bűvárkodását, SWAMMERDAM pedig szűkebb körre szorítkozva, a legrészletesebb s részben csak az utókortól méltányolt pontos tanulmányait végezte, az utóbbinak honfiktársa, VAN LEEUWENHOEK ANTAL, egy vagyonos delfti magánzó, a tudománynak szentelt hosszú élete alatt, lászólag ugyan minden rendszer nélkül, de annál nagyobb kitartással s lelkesedéssel mélyedt az önmaga készítette nagyítóknak segítségével a szervezetek titkainak fűrkészésébe. LEEUWENHOEK nem volt czéhszerű tudós, mint MALPIGHI és SWAMMERDAM, hanem dilettáns a szó valódi, de nemes értelmében, ki bűvárkodó szenvedélyétől vezéreltetve s mint a méh, válogatás nélkül virágról virágra szállva, majd ezen, majd azon természeti tárgynak nagyítói vizsgálásával foglalkozott; a mihez azonban hozzáfogott, abba mélyen behatolt s az állatok és növények finomabb boncz-tani szerkezetére vonatkozó tömérdek felfedezései, melyek őt kora mikroszkópistái között a legelső rangra emelik, értékökre nézve felülmúlják mindazt, mi az egész XVII. században, — melyben a rendszerező iskola életbeléptével a nagyítóval való vizsgálatok félreismerhetetlenül hanyatlásnak indultak, — a mikroszkópia terén történt.

LEEUWENHOEK bűvárlatainál nem összetett nagyítót, hanem mint említém, üvegből, vagy hegyi kristályból saját maga csiszolta leucskéket használ, melyek

¹ CARUS, Geschichte der Zoologie, München 1872, p. 394.

² Reden, gehalten in wissenschaftlichen Versammlungen und kleinere Aufsätze vermischten Inhalts. I. Th. St. Petersburg. 1864. p. 31.

HARTING szerint, alkalmasak voltak egész 270-szeres nagyításra. Hagyatékában nem kevesebb, mint 247 kész nagyítót s 172 lencsét találtak, melyek közül végrendeletileg a londoni királyi társaságnak hagyott 26 darab, mai napig kegyelettel őriztetik.*

Azon számos felfedezés közül, melyet LEEUWENHOEK-nak köszönünk, bizonyára egy sem keltett általánosabb feltűnést s egy sem szolgáltatott több anyagot egész napjainkig terjedő filozófiai spekulációkra, mint a szabad szemmel láthatatlan parányi «állatocskák»-nak (*Animalcula*) felfedezése. Az 1675-ik év április havában LEEUWENHOEK néhány csepp esővizet, mely négy napig állott új eserépfazékban, nagyítóval vizsgálván, csodálkozással látta, hogy a víz eleven s benne parányi állatocskák legnagyobb élénkséggel mozognak. Valószínűleg *Vorticella microstoma*, *Stylonychia Mytilus*, *Halteria Grandinella* s *Cyclidium Glaucoma* voltak az első véglények, melyeket LEEUWENHOEK látott. Később pocsolyák vizében, különböző ázalékokban (infusio), rothadó osztrigákról leöntött vízben, az emberi fogak között s a békák kloakájában szintén tömérdek mennyiségben találta «állatocskáit», s azokat felismerhetőleg leírta s le is rajzolta.

A kerékállatkákat, Angvillulákat s egyéb apró férgeket, atkákat és apró rovarálcákat nem tekintve, melyeket LEEUWENHOEK mind «*Animalcula*» név alatt foglalt össze, mintegy 28 véglényt figyelt meg. Ezek a következők:¹

Bacterium Termo, *Bacillus Ulna*, *Vibrio Rugula*, *Leptothrix buccalis*, *Monas* (v. *Cercomonas*) sp.?, *Trichomonas* (v. *Stercomita*) sp.?, *Anthophysa Muelleri*, *Ohlamydomonas Pulvisculus*, *Euglena viridis*, *Euglena sanguinea*, *Volvox Globator*, *Synedra Ulna*, *Peridinium* sp.?, *Vorticella microstoma*, *Carchesium polypinum*, *Epistylis Anastasica*, *Vaginicola crystal-*

* Minthogy LEEUWENHOEK maga készítette lencséit, melyekkel nagy feltűnést keltő felfedezőseit tette, sokan őt tartották a nagyító feltalálójának: így BORY DE ST. VINCENT (*Dictionnaire classique d'histoire naturelle*. T. 10. Paris 1826. p. 535.), valamint OKEN is (*Allgem. Naturgeschichte*. V. Bd. I. Abth. Stuttgart. 1835. p. 12.); POLIGNAC kardinális pedig 1747-ben Anti-Lucretiusában így énekelt róla:

«Microscopium, Batavis quod nuper in oris
Divina sapiens reperit Lewenluckius arte
Perspicuamque facem tenebris dedit esse profundis.»

A LEEUWENHOEK használta nagyítók szerkezetének pontos leírása HARTING-nál található. (Das Mikroskop. III. Bd. p. 36—39.)

¹ Conf. EHRENBURG, Infusionsthierchen. p. 18.**

lina, *Halteria Grandinella*, *Kerona Polyporum*, *Stylonychia Mytilus*, *Stylonychia pustulata*, *Balantidium entozoon*, *Nyctotherus cordiformis*, *Paramecium Aurelia*, *Chilodon Cucullulus*, *Colpoda Cucullus*, *Glaucoma scintillans*, *Coleps hirtus*.

Ha tekintetbe vesszük, hogy LEEUWENHOEK az általa észlelt véglényeket a kerékállatkáktól (Rotatoria), Angvillulaféléktől, apró atkáktól, sőt rovaroktól sem választotta el: könnyen beláthatjuk, hogy analogia útján indulva, nálok is okvetetlenül magas fokú szervezettséget kellett sejténie; az EHRENBURG-féle téves felfogás tényleg már LEEUWENHOEK-nél is megvolt. Ha már a nagyító segítségével tett első vizsgálatok is oly nagyszámú, nem sejtett részleteknek, egy új élő világnak felfedezésére vezettek: bizonyára közel volt az a feltevés, hogy ezen parányi lényeknek szintoly elkülönült, de már nagyítóval sem látható szerveik vannak, mint a szabad szemmel látható legkisebb állatoknak, pl. bolháknak, tetveknek, stb., melyeknek magas szervezete a nagyítók alkalmazása előtt szintén rejtve, s teljesen ismeretlen volt. A fegyverzett szem látásának határain túl kell még részleteknek lenni, melyeket sejténünk igen, de kifürkésznünk nem lehet, s erre vonatkozólag mondja rezignációval LEEUWENHOEK: «*Ac tandem, ut verbo dicam, quo altius nos in Naturæ arcana nos insinuare conamur, eo magis patet, nos ad ultimum ejus mysterium nunquam perventuros; licet multi, cum bono utuntur microscopio, stulte arbitrentur, nil jam visum effugere posse*».¹

A megszokottaktól bármely irányban eltérő arányok mindig erősen hatnak az emberre, s LEEUWENHOEK felfedezésének már csak ezért is rendkívüli hatást kellett kelteni. Midőn LEEUWENHOEK azt állítja, hogy a legtisztább száj fogai között különböző fajú élő állatocskák (azaz Bacteriumok, Vibrók) hemzsegnek, melyek közül a legnagyobbak a víz- vagy nyáleceppben a Lupusnak nevezett hal (*Labrax Lupus*) módjára fürgén úszkálnak, a kisebbek pedig mint a csürök (turbo) tengelyük körül peregnek, majd megállanak, majd ismét nekilóduznak; a legkisebbek végre, melyek már csak egy parányi pontnak látszanak, mintha tánczoló szunyograjt látnánk, összevissza hemzsegnek² s hogy saját szájában, — bár fogait igen tisztán tartja, — több állatocskák él, mint ember Némelföldnek mindkét egyesült tartományában;³ vagy, ha azt állítja, hogy a néhány napig tar-

¹ 521. Arcana Naturæ.

² 43.

³ 46.

tott esővízben kétféle állatocskák jelentek meg, melyek közül a számos lábú nagyobbakból (nyilván *Stylonychiák* vagy *Oxytrichák*) 30,000 együtt véve alig ért el egy homokszemnyi nagyságot, a kisebbek pedig (*Cyclidium Glaucoma?*) alig voltak húszadrésznnyiek, s mindezeknek közösülését oly világosan látta a nagyító alatt, mint a hogy szabad szemmel a szárnyasokét lehet látni¹: képzelhető, hogy ezen és hasonló csodálatos észleletek mily általános szenzációt kelthettek ezelőtt 200 évvel; mily kapva kaptak rajtok a tiszta indukció helyett spekulatív irányt követők; valamint az is természetes, hogy skeptikusok sem hiányoztak, kik a nagyítóval tett felfedezéseket merő koholmánynak vagy hiábavaló játéknak tartották, vagy, mint többek között VOLTAIRE is, nevetségesekké igyekeztek tenni.*

Az *ondótestecskéknek* (Animalcula in semine, Animalcula spermatica, Zoospermia, Spermatozoa, Spermatozoida) a véglényekével csaknem egyidejű felfedezése igen bonyolítóan hatott a véglények valódi természetének értelmezésére, s azon számtalan elmélet, mely a véglények első történetét oly misztikus fátyolba burkolja, részben legalább, abban leli magyarázatát, hogy a véglényeket s az ondótestecskéket összezavarták, mihez a zavaros felfogás további bonyolítására, mint már említém, még az is hozzájárult, hogy a véglények szervezetére magasabb állatkörökbe tartozó állatok szervezetéről vontak analógiát.

Egy, a tudománytörténetben különben ismeretlen orvostanuló, HAMM (HAMMIUS, vagy LUDVIG V. HAMMEN, állítólag danzigi származású hollandi konzul fia), az 1677-ik év november havában egy gonorrhoeában

¹ 277.

* A «*Mikroszkopiai kedély- és szemgyöngyörködtetések*» szerzője sok helyen vesz magának alkalmat ezen csúfolódókat a maga mulatságos modorában ostorozni; így pl. több telepben élő *Vorticellafetének* s a *Stentor polymorphusnak* leírását s felkeresésükre útastást adván, ezen szavakkal fordul a gúnyolódókhoz: «Finstere Spötter! Lachen Sie nur nicht über diese Anweisung! Ich glaube noch immer, dass derjenige, welcher ein unbekanntes Geschöpf zur Ehre seines Schöpfers entdeckt und in demselben eben den wunderbaren Bau gleich in den Menschen, zugleich aber die unbegreifliche und ohnendliche Allmacht und Weissheit des Ewigen Alls dabei in tiefer Ehrfurcht bewundert, eine weit nützlichere Arbeit unternommen, als ein solcher, welcher nach vielen schlaflosen Nächten und zerbissenen Federkielen, die unvergleichliche Frage beantwortet hat: Von welchem Zeug oder Stoff Methusalem seine Schlafmütze getragen habe?» LEDERMÜLLER, I. 175.

szenvedő férfi ondóját vizsgálván, abban nagyítóval tömérdek önálló mozgású, fejfel és farkkal ellátott testecskéket talált, melyeket kóros elfajulás termékeinek tartott; LEEUWENHOEK, kívül HAMM felfedezését közlé, ez irányban további vizsgálatokat tett, s már a következő évben közölheté a londoni kir. társasággal, hogy egészen egészséges férfiak, kutyák és tengerinyulak ondójában szabadszemmel láthatatlan, némileg a békaporontyokhoz hasonló élőlények hemzsegnek, melyekről aránylag pontos rajzokat is közölt; később még számos más gerinces állatban s néhány rovarban is felfedezte az ondótestecskéket; más egykorú bűvároknak vizsgálatai pedig csakhamar kiderítették, hogy a szóban forgó állatocskák az állatok ondójának állandó alkatrészei. LEEUWENHOEK azon véleményben volt, hogy az ondóban előforduló állatocskák az állatnak valódi csirái, magvai, melyek a nőténybe behatolva, ebben, mint a földbe vetett mag, kikelnek s magzattá fejlődnek*; az ember és kutya ondójában pláne kétféle ondótestecskéket vélt felismerni, tudniillik hímekeket és nőtényeket.**

Az ondótestecskék feladatának ezen első magyarázata, mint látható, nem igen állott messze attól, melyet PRÉVOST és DUMAS, a szilárd alapokon álló mai termékenyítési tan előharczosai, 1824-ben állítottak fel; csak hogy ezen bűvárok a talajt az állati petében keresik, melyben a behatoló ondótestecske az embrio idegrendszerévé fejlődik.

Felfogásához híven LEEUWENHOEK természetesen az ondótestecskéknek is magas szervezetet tulajdonított, mit világosan kifejeznek a következő szavai: «*Midőn látjuk, hogy az ondoállatocskák mozgás közben farkukat összehúzzák, méltán következtetjük, hogy ezen fark nem kevésbé nélkülözi az inakat, izmokat és ízületeket, mint egy pelének vagy patkánynak a farka; és senki sem fog kételkedni, hogy azon többi állatocskák, melyek a mocsárok vízé-*

* «Sed mihi videtur, si sequentia solum in rei fidem allegentur, sufficere ea posse, ad probandum, ex solo masculino semine fructum prodire, feminam vero instar naturæ agri fructum tantum fovere, alere atque augere. (V. ö. H. A. PAGENSTECHER, Allgemeine Zoologie. I. Th. p. 55.

** «Sed jam, ubi etiam in seminibus masculinis animalium, avium, piscium, imo etiam insectorum reperi animalcula, multo certius esse statuo, quam antea, hominem non ex ovo, sed ex animalculo in semine virili, oriri; ac praesertim cum reminiscor me in semine masculino hominis, et etiam canis, vidisse duorum generum animalcula. Hoc videns mihi imaginabar, alterum genus esse masculinum, alterum faemininum.» Arcana Naturae, 30.

ben úszkálnak s nagyságra megegyeznek az ondóállatok farkával, ép oly szervekkel vannak ellátva, mint a legnagyobb állatok. Mily csodálatos az ily állatoesküba zárt szervek jelenléte.»¹

LEEUEWENHOEK eszméje felkaroltatván, nem hiányzottak természettudósok, kik túlesapongó fantáziájuk csudaszülötteivel mulékony hírnévre tettek szert. Egy hollandi tudós, HARTSOEKER, ki azt állítja, hogy már 1674-ben felfedezte az ondóban előforduló állatocskákat, de nem merete felfedezését közzétenni, 1694-ben az ondótestecskék fejébe kised emberi alakot rajzolt;² hasonló rajzot közölt DELAMPATIUS (FRANCOIS PLANTADE, montpellier-i akadémiai titkár);³ ki már azt is látta, hogy mily módon bujik ki fejével, törzsszel s végtagokkal a homunculus az ondótestecskéből; * ugyanily mesét bocsátott világgá JACQUES GAUTIER D'AGOTY, francia festő és anatomus 1750-ben.⁴ Hasonló fantasztikus s naiv részleteket véltek látni némely régi bűvárok a véglényeknél s egyéb mikroszkópi állatoknál is; így JOBLÖT pl. az Angvillulákat valóságos kígyófejjel ábrázolja, ⁵ egy Euglenának tartható véglénynek pedig ⁶ széles száját, orrmányt s jól formált emlőszállati szemet rajzol, úgy, hogy igen hasonlít egy miniature tengeri elefánthoz (Macrorhinus proboscideus); egy kis vízi atkának tartható fantasztikus állatoeska továbbá, marczonea férfi arcot visel,⁷ haragos homlokkal, orral, szájjal, berctvált állal s akár egy huszárnak is becsületére való respektábilis bajusszal; a *Paramecium Aurelia* rajzolásánál végre,⁸ szemlátomást saját papucsát vette JOBLÖT mintaképül!

EICHORN JÁNOS KONRÁDOT, a derék danzigi lelkipásztort, néha szintén el-ehragadta képzelődése; így pl. egy véglényről, melyben az *Euglena viridist* lehet felismerni, jóhiszemű naivitással ezeket mondja:

¹ LEEUEWENHOEK, Epistol. physiolog. XLI. p. 393. Conf. DUJARDIN, 22.

² Essai de dioptrique 1694. Conf. MILNE-EDWARDS, Leçons sur la Physiologie etc. 1865 VIII. 339.

³ Nouvelles de la république des lettres. 1699. p. 552. Conf. EHRENBURG, 466.

* MILNE EDWARDS szerint PLANTADE közleménye valószínűleg satyra akart lenni, mindamellett azonban némelyek komolyan vették s elhitték. Op. c. VIII. 356 (1).

⁴ Zoogenie ou génération de l'homme. Conf. EHRENBURG, 466.

⁵ I. II. t. I.

⁶ t. 3. G.

⁷ t. 6. 12.

⁸ t. 10. 23.

«Egyike ez a legcsodálatosabb állatoknak, olyan mint az átlátszó nyálka s mégis valóságos szerves test, mely egészen szabad akarattal képes mozogni, táplálékát felkeresni, megrágni és lenyelni, — — szerfelett tiszta és átlátszó, feje akkurate olyan alakú volt, mint egy ökörfej, rendes ökörszájjal, orránál s ott, hol fülének kellett volna lenni, egy nyílása volt, mely sokkal világosabb, mint a többi részek — — : legcsodálatosabb az volt, midőn táplálékát lenyelte, mit lehetetlen leírni, avagy szavakkal kifejezni; úgy látszott, mintha mindkét állkapcsát, mint egy ökör összeszorította s kérődzött volna.»¹

JOHN HILL volt az első, ki 1751-ben az ondótestecskéket az állatrendszerbe felvette ² s a *Forticellák*kal együtt a *Macroceros* nembe sorolta; PALLAS szintén állatoknak s a *Volvox*-szal rokonságban állóknak tartotta;³ MÜLLER OTTÓ FRIGYES, ki, mint maga mondja,⁴ az állatok ondóját nem vizsgálta, hajlandó az ondótestecskéket *Cercaria Gyrinus* névvel az ázálékállatkák *Cercaria* nemébe foglalni, egy chaotikus nembe, melyben valódi *Cercariák*, azaz Distomeák álcái, *Urocentrum Turbo*, *Euglenák*, *Ceratium*, *Coleps*, *Ichthyidium* s különböző kerékállatkák vannak egy kalap alá foglalva.

LINNÉ ifjabb éveiben nagy skepticizizmussal viseltetett a mikroszkopiai felfedezések iránt, tagadta az ondótestecskék állatiságát s azokat, valamint LEEUEWENHOEK állatoesküit is passzívan mozgó olajos részecskéeknek (particule oleose) deklarálta; élete alkonyán ellenben az előbb ignorált véglényekhez, a *Chaos infusoriumhoz*, sorolta;⁵ őt követte BLUMENBACH, ki ⁶ 1791-ben *Chaos spermaticum* elnevezés alatt szintén az ázálékállatkák közé sorolja.

BORY DE ST. VINCENT 1824-ben az ázálékállatkák között külön családot jelöl ki az ondótestecskék részére, *Cercariées*, melyben *Zoospermus* nemi név alatt foglalja össze.⁷ BAER K. E. BURDACH Physiologiájában 1826-ban, úgy, mint MÜLLER JÁNOS is 1827-ben még ázálékállatkáknak tartja; az előbbi azonban már 1827-ben, úgy mint a vérttestecskéket, az önálló élet alacsony fokán álló szervezeti elemek-

¹ EICHORN 55. t. V. O. P. R.

² Historia animalium Conf. EHRENBURG.

³ PALLAS, Elenchus Zoophytorum, 416.

⁴ MÜLLER O. F., 120.

⁵ Conf. Syst. Naturae, edit. XII.

⁶ Handbuch der Naturgeschichte. V. Aufl. Göttingen. 1797. p. 475.

⁷ Dictionnaire classique d'histoire naturelle. Tom. 16.

nek tekinti,¹ s az etimologiailag helytelen Zoospermia vagy Zoospermia elnevezés helyett először használja a *Spermatozoa* kifejezést. CUVIER R \acute{e} gne animal-ának 1838-iki kiadásában ismét *Cercaria* név alatt az ázalekállatokhoz sorozza. EHRENBURG végre még 1838-ban is *Trematoda Pseudopolygastrica* elnevezés alatt a Trematodok közé osztja be,² melyek ép oly sajátlagos állati természetű élősdiek, mint a csigák májában előforduló Cercariák.

Ezen rövid történelmi átpillantásból eléggé kitetszik, mily szorosan össze van fonódva az ondótestcskéké története a véglényekével, s könnyen belátható az a zavaró hatás, melyet ezen bonyodalom a véglények valódi természetének kifürkészésére gyakorolt, mely bonyodalom hosszas vajadás után véglegesen jóformán csak az utolsó 25 évben szűnt meg, miután BARRY-nek 1840-ben közölt észlelete, mely szerint ondótestcskéket látott a tengerinyúl petéjébe behatolni, eleinte semmi hitelre sem talált, az 50-es évek elején ellenben NELSON, NEWPORT, KEBER, MEISSNER, BISCHOFF s mások bebizonyították, hogy az ondótestcskéké termékenyítéskor tényleg behatolnak a petébe s nem az ondóban élő paraziták, hanem, miként PRÉVOST és DUMAS 1824-ben, SPALLANZANI pedig már a múlt században pontos kísérletekre támaszkodva állította, annak legfontosabb elemei, melyek, mint BAER már ki is emelte, legtalálóbban a vérttestcskékkal hasonlíthatók össze.

A LEEUWENHOEK-től felfedezett parányi állatocskák ismeretét a múlt évszázad végeig HARRIS, JOBLOT, BAKER, TREMBLEY, ROESEL, LEDERMÜLLER, BONNET, WRISBERG, PALLAS, MÜNCHHAUSEN, SAUSSURE, GOEZE, WAGLER, ROFFERDI és TERECHOWSKY, HERMANN, SPALLANZANI, EICHHORN, GLEICHEN (genannt RUSSWORM), különösen pedig első rendszerezőjük, MÜLLER OTTÓ FRIGYES, tetemesen gyarapította. Mindezen vizsgálatok a véglények szervezetének szabatos felfogására ugyan nem vezettek, de annál dúsabb anyagot szolgáltatottak a múlt századbeli természettudósok spekulációira. A rothadó állati- és növényi részeket tartalmazó öntelésekben ép úgy, mint tiszta esővízben bámulatos nagyszámú s gyors megjelenésük; állatocskáknak tartott mozgó testcskéknak az ondóban való állandó előfordulása; egyes állatocskáknak, melyeket mainap természetesen többé nem sorolunk a véglények közé, főbb vonásaiban könnyen felismer-

hető magas szervezete: mindezek oly körülmények, melyek azon időben, melyben az indukciónak útja kevésbé volt még megtörve, melyben első sejtelmébredt annak, hogy a magasabb szervezetek szövetei apró élő egységekből vannak összetéve, melyben SWAMMERDAM, később RÉAUMUR s mások vizsgálatai a rovarok átalakulásáról oly bámulatos képet tártak fel, a fejlődés-, élet- és kórtan pedig még iránytű nélkül ingadozott, — mindezek oly körülmények, ismétlem, melyek részben egészen bizarr és kalandos, részben a valónak sejtelmét magában rejtő szellemes feltevések útvesztőjébe vezettek.

A betegségek okait puhatoló kórtan csakhamar nagy lelkesedéssel vonta spekulációinak körébe a parányi állatocskákat s az általok történő fertőzésről szóló tan ép oly általánosan elterjedt közvetetlenül a véglények felfedezése után, mint mainap a *Micrococcusok*-, *Bacteriumok*- s egyéb *Schizomyceték*-től történő fertőzés tana. A humoralpathologia, mely a nyavalyák okait a nedvek megromlásában kereste, szintűgy megtalálta a véglényekben a nedvek megromlásának okozóit, mint a PARACELSUS-féle tan, mely szerint a nyavalyák oly módon fejlődnek ki a szervezetek belsőjében, mint ezek maguk, azaz csírákból. — Egy magát meg nem nevező angol már 1676-ban ajánlotta, hogy járványos betegségek dühöngése alkalmával trombita-, dobszóval és ágyúdörgéssel riasztassanak el a levegőben lebegő, betegséget okozó állatocskák. LANCISI 1717-ben az Olaszországban pusztító malaria okát a mocsárok apró állatocskáiban keresi; HOFFMANN FRIGYES 1720-ban arról tesz említést, hogy Berlinben járványos betegségek idejében nagy mennyiségű parányi férgeket talált a vizekben; VALLISNIERI, GRIFFON és LEBEGNE a múlt század első tizedeiben dühöngő pestisnek okozóit szintén mikroszkópi állatocskákat tartottak; egy 1726-ban Párisban megjelent könyvben pedig le is vannak írva és rajzolva azon parányi állatocskák, melyek ájulást, hasrágást, könyfisztyulát stb. okoznak.¹ LINNÉ hasonlóképen nagy jelentőséget tulajdonított a parányi állatocskáknak mint kórokat s bomlást okozóknak, s *Systema Naturae*-jének XII. kiadásában kiemeli, hogy a *Chaos infusorium*-on kívül még valószínűleg vannak élő lények, melyek csupán hatásuk után ismeretesek; ilyenek nevezetesen azok, melyek a kiütéses betegségek és forró-lázak ragályanyagát, valamint a bujakór (Syphilis) mérget képezik; nemkülön-

¹ Acta Leopoldina. Vol. XIII. Conf. EHRENBURG 467.

² EHRENBURG, 467.

¹ EHRENBURG VIII. Conf.

ben idesorolja a LEEUWENHOEK-tól felfedezett ondtó-állatocskákat, valamint azon ködszerű állományt, mely tavasszal a levegőben lebeg s végre azt, mely a rothadást és erjedést okozza.¹ Valóban meglepő, mily közel állott a mély belátású LINNÉ-nek a ragályos betegségek, az erjedés és rothadás okozóiról formált véleménye az újnak vélt mai felfogáshoz, mely e szerint korántsem a legújabb idő vívmánya, mint rendesen felteszik, hanem csak újra feleledt, minthogy EHRENBURG tekintélye egy ideig elnyomta, s tanulságos példáját képviseli azon sajátságos hullámmzásnak, mely bizonyos tanoknak felmerülésében, elenyészésében s újra való felmerülésében áll s elég gyakori a tudományok történetében.

A múlt századbeli természetbölcselek szintén gyorsan felkarolták a láthatatlan világ felfedezését s ügyesen használták fel az élet titkainak magyarázására.

A régi görög bölcseleknek, az abderai DEMOKRITOS-nak atomtanát a híres DESCARTES (CARTESIUS) 1630-ban újra felélesztette, mely nagyban foglalkoztatta a XVII. és XVIII. század gondolkodóit. Ezen tan szerint a szervezetek kisebb-nagyobb gömbökből, ösrészecskékből, atómokból vannak összetéve, melyek szüntelen mozgásban, örvényzésben vannak; maga az élő szervezet léleknélküli gép, melyet az atómok örvényei mozgatnak. — Vajjon nem állott-e igen közel annak feltevése, hogy LEEUWENHOEK felfedezte az élő atómokat, hogy az öntelékben gyorsan felépő véglények nem egyebek, mint azon élő atómok, melyek a szöteső szerves testből kiszabadulva, életüket önállóan folytatják? Ezen feltevés helyességének valószínűsége mindenestre igen nagy volt, a spekulációk tere igen szép eredményekre való kilátással kecsegtetett, melynek nem lehetett ellentállani; így fejlődtek ki egész mesterileg kidolgozott elméletek, melyek közül bizonyára legérdekesebb s koncepcziójában valóban nagyszerű a BUFFON-é, melynek egyes tételei napjainkban ismét feléledtek s mely a mai sejtelméletnek — ha szabad e kifejezést használnom, — mintegy jóslatát rejti magában.

BUFFON szerint² a szervezetek, a növények és

¹ Conf. RITTERS CARL VON LINNÉ, königlich Schwedischen Leibarztes etc. vollständiges Natursystem, nach der zwölften lateinischen Ausgabe von PHILIPP LUDWIG STATIUS MÜLLER. VI. Th. II. Bd. Nürnberg. 1775. p. 928.

² Histoire des Animaux. 1748. Conf. Oeuvres complètes de BUFFON. Par M. Flourens. Paris. 1853. Tom. I, 2 partie. Histoire générale des animaux. Különösen Chapitre III. De la nutrition et du développement, és Chap. IV. De

állatok, apró előrészecskékből, *szerves molekulákból* (molécules organiques, parties organiques, parties vivantes) vannak összetéve, melyek se nem növények, se nem állatok, hanem valamely közepett állók: azaz a növények és állatok szerves egységek társaságából, államából állanak, melyek életének összesége képezi a növény vagy állat életét. Ezen szerves egységek igen sokféle módon csoportosulhatnak s a csoportosulások különbsége szerint képződnek a különböző növények s állatok; a csoportosulások módjától függ továbbá az egyes szervek élettani működése is. Az, a mit a szervezet halálának nevezünk, voltaképen nem egyéb, mint azon folyamat, melynél a szervezet alkotó élő molekulák, melyek fölött a halálnak nincs hatalma, csoportosulásait elhagyják, minek következtében az összélet megszűnik ugyan, a halhatatlan molekulák* ellenben egyenkint önállóan folytatják életüket s ezek azok az «állatocskák», melyeket LEEUWENHOEK felfedezett; vagy pedig új csoportosulásokba egyesülve más és más összetett szervezetek képződésére vezetnek. Az állatok és növények táplálkozása oly módon történik, hogy az előbbieket közvetlenül vagy közvetve a növényekből, ez utóbbiak pedig a talajból élő molekulákat vesznek fel, melyek a már meglevők közé iktatódnak, s a szervezet ennek

la Génération des animaux p. 447—453, 454—494.; valamint összefoglalva (Recapitulation) p. 655—659.

* BUFFON a molekulák halhatatlanságát nyilván NEEDHAM-nek részint már 1743-ban tett azon szennyezési felfedezésére alapította, mely szerint az Anguilluláktól megátamadt bűzában (blé niellé) a látszólag holt Anguillulák, megnedvesítés után, csakhamar ismét életre ébrednek, részint ugyancsak NEEDHAM-nek azon észleletére (p. 565), hogy sült húsból készített öntelékben is fejlődnek állatocskák, mit BUFFON úgy magyarázott, hogy sütéssel a húst alkotó molekulák nem öletnek meg. Különben BUFFON-nak egész felfogását valószínűleg LEIBNITZ is befolyásolta, ki a szervezeteknek szintén élő egységekből (molekulákból) való összetételét tanította, mely egységeket egy középponti élő egység (Central-Monade) kormányoz.

BUFFON nagyszerű eszméjét a molekulák halhatatlanságáról s azoknak a természetben való forgalmáról röviden legvilágosabban adja elő a tulkot tárgyaló cikkében: «— Ezen részecskék egyik testből a másikba átmenni s a valódi életre, ennek folyamatára, a testek fenntartására s növekedésére valamennyien egyaránt szolgálnak. Valamely testnek felbomlása s porrá és hamuvá változása után túlélnek azt a szerves részecskék, melyeken a halálnak nincs hatalma. Szerte bolyongnak a világban s ismét más lényekbe hatolnak, hogy nekik táplálékot s életet adjanak.»

következtében egyre növekedik; az élő molekulákkal vesznek ugyan fel a szervezetek életteleneket is (molecules brutes), ezeket azonban a kiválasztó szervek ismét kiküszöbölik. Az életnek azon szakában, melyben a növény vagy állat fejlődésének tetőfokát elérte, a szerves molekulák, melyeket a táplálékkal folytonosan felvesz, nem fordítanak többé a szervek továbbfejlődésére, hanem csupán az elhasználtaknak pótlására, feleslegük pedig a testnek minden részéből egy vagy több külön szervben, az ivarszervekben gyűl össze; ezek képezik azután az ivarvadásokat, melyek e szerint a test összes részeinek mintegy kvintesszenciájából állanak s vagy közvetlenül, vagy, a váltivarú állatoknál, a hím és nőstény ivarvadásának keveredése után, a szüléssel egészen megegyező új szervezetekké csoportosulnak. Az ivarvadásokban, BUFFON szerint, a nősténynél is előforduló «állatocskák» nem egyebek, mint a test minden részéből összegyűlt szerves molekulák. — A férgek képződését, mely egész a legújabb időkig oly számos hipotézisre adott alkalmat, BUFFON elméletével teljesen összhangzólag oly módon magyarázza, hogy ezek, úgy mint az állatnak szervei s magzatai, szerves molekulák csoportosulása által jönnek létre, tehát magában a gazdában képződnek.*

BUFFONnak ezen genialis elmélete, habár mai nap következtetéseinek egész lánczatát elhibázottnak kell is tartanunk, részleteiben kétségtől több oly felfogást tartalmaz, melyet az utókor vizsgálatai helyeseknek bizonyítottak. BUFFON-nak nevezetesen azon felfogása, hogy a szervezetek élő molekulákból vannak összetéve, nem pusztán spekuláció eredménye, hanem megfigyeléseken alapszik. Hogy a növények teste sejtekből van összetéve, erről, mint fentebb említők, már HOOKE-nak, GREW-nak s MAL-

PIGHI-nak is volt némi fogalma, NEEDHAM TURBERVILL pedig, kivel BUFFON igen szoros tudományos összeköttetésben állott, számtalan vizsgálatra támaszkodva, közölheté BUFFON-nal, hogy a növényeknek minden része apró élő részecskékből van összetéve;¹ ezen vizsgálatokra támaszkodva általánosíthatá BUFFON tételét, mely szerint minden szervezet élő molekuláknak, azaz mint a mai műnyelven mondjuk, sejteknek összetételéből (sejtállamból) áll. Legalább is ugyanolyan jogosultsággal mondhatjuk BUFFON-ról, hogy elmélete a sejtelmélet jóslatát foglalja magában, mint a minő jogosultsággal reklámálta magának OKEN, SCHLEIDEN és SCHWANN fellépése után 1843-ban azon érdemet,² hogy az «őshólyagocskák»-ról (Urbäläschen) és *Infusorium*-ról szóló hipotézisével már 1805-ben megvetette alapját a sejtelméletnek; egy oly hipotézissel, mely voltaképen nem egyéb, mint a BUFFON-énak más műnyelven való reprodukálása.* A múlt század számos természettudósa, így pl.

¹ BUFFON Op. cit., 566.

² Lehre der Naturphilosophie. Dritte, neu bearbeitete Auflage. Zürich, 1843. p. III.

* Besteht die organische Grundmasse aus Infusorien: so muss die ganze organische Welt aus Infusorien entstehen. Pflanzen und Thiere können nur Metamorphosen von Infusorien sein.

Ist dieses, so müssen auch alle Organisationen aus Infusorien bestehen, und sich bei ihrer Zerstörung in dieselben auflösen. Jede Pflanze, jedes Thier verwandelt sich bei der Maceration in eine schleimige Masse; diese verfault, und die Flüssigkeit ist mit Infusorien angefüllt.

Das Faulen ist nichts anders als ein Zerfallen der Organismen in Infusorien, eine Reduction des höheren Lebens auf das Urleben.

Die Organismen sind eine Synthesis von Infusorien. Die Erzeugung ist nichts anderes, als eine Zusammenhäufung unendlich vieler Schleimpunkte, Infusorien.

Es sind nämlich die Organismen nicht schon im kleinsten ganz und vollständig gezeichnet, präformiert enthalten sondern nur infusoriale Bläschen, die durch verschiedene Combinationen sich verschieden gestalten und zu höheren Organismen aufwachsen. Id. m. p. 155. §. 940—943.

Hasonló, sőt nagyobb jogosultsággal, mert eszméjét világosabban fejezi ki, lehetne GOETHÉ-t a sejtelmélet előhirdetőjeként tisztelnünk, 1807-ben irt következő szavai után: «Jedes Lebendige ist kein Einzelnes, sondern eine Mehrheit; selbst insofern es uns als Individuum erscheint, bleibt es doch eine Versammlung von lebendigen, selbständigen Wesen, die der Idee, der Anlage nach gleich sind, in der Erscheinung aber gleich oder ähnlich, ungleich oder unähnlich werden können.» (Morphologie. Sämmtliche Werke. Mit Einleitung von Karl Goedeke IX. Bd. Stuttgart. 1875.

* A férgeknek BUFFON felfogása szerinti képződése ellen alapos tudományos készséggel, szállott síkra egy talán szaktársaim előtt is kevésbé ismert nevű multszázadbeli hazánkfi, CSÉRI VERESTÓI SÁMUEL, a tudomány akkori színvonalán álló meglehetősen terjedelmes doktori értekezésében (Specimen annotationum helminthologicarum, quae naturalem spectant historiam Lumbricorum et cet. A Samuele Verestói de Csér, transylvanico hungaro. Franéguerae. 1772.), mely oly nagy jelentőségűnek tartatott, hogy GMELIN LINNÉ természetrendszerének XIII. kiadásában VERESTÓI-t mint auctoritást idézi. («De intestinalium historia mernere Pallas (1760), Verestói de Czer (1772), Hopp (1780) Goeze (1782), Bloch (1782), Werner (1782), Retzius (1786) Schrank.» Conf. CAROLI A LINNE Systema Naturae. Tom I. Pars VI. 1788. p. 3023.)

WRISBERG,¹ sőt maga LINNÉ is osztozott a BUFFON-féle felfogásban, hogy a magasabb állatok és növények teste apró állatocskák millióiból van összetéve, melyeknek összessége képezi az egész állatot.²

A mi BUFFON elméletének azon részét illeti, hogy a LEEUWENHOEK állatocskái az állat- és növénysszövetek szétesése következtében kiszabadult molekuláknak felelnek meg, ez nem egyéb, mint a generatio aequivocának szellemes magyarázata, mely daczára REDI, VALLISNERI, RÉAUMUR s mások úttörő kutatásainak, még mindig általános hitelben állott. Hogy a vég-lények generatio aequivoca útján szaporodnak, EHRENBURG-ig csak egyesek (JOBLOT, SPALLANZANI) vonták kétségbe, egészen természetesnek s biztos alapon nyugvó tantételnek tartották; a «*corruptio unius generatio alterius*» régi mondás közhitelben állott; maga MÜLLER OTTÓ FRIGYES is ezen nézetnek hódolt, mit világosan fejez ki munkájának OVIDIUS Metamorphosisaiból választott jeligéje:

Nonne vides, quaecunque mora fluidoque liquore
Corpora tabuerint, in parva animalia verti?

Azon különböző szerves testekből készített ázalékok, melyek a múlt század véglény-búvárait különösen foglalkoztatták, mind azt látszottak bizonyítani, hogy az ázalékállatkák a széteső szövetekből generatio aequivoca útján jönnek létre, s a vég-lények első külön elnevezése: «*ázalékállatkák*, * *Infusionshierlein* ** *animalcula infusoria*», *** melyet 1761-ben LEDERMÜLLER használt először, WRISBERG-től pedig elfo-

p. 324.) Továbbá 1820-ban írt «*Epirrhema*» című rövid költeményének következő szavai után:

Frenet Euch des wahren Scheins,
Euch des ernsten Spieles:
Kein Lebend'ges ist ein Eins,
Immer ist's ein Vieles.

S GOEDEKE a «*Morphologie*»-hoz írt bevezetésében, méltán mondhatja GOETHE-ről: «Közvetlenül ott áll azon magyarázatnál, melyet a későbbi tudomány szolgáltatott, s csak azért nem akadt reá, mert a mikroszkóp nem volt eléggé tökéletesítve, hogy a növényélet (s az állatélet) tulajdonképi szervét, a sejtet felfedezze.» (Op. cit. p. XXII) Mindezen eszmék csirái azonban határozottan BUFFON-ra vezethetők vissza, kinek munkáit GOETHE, mint több helyen maga megjegyzi, érdeklél tanulmányozta.

¹ WRISBERG 89.

² BUFFON, op. cit. VI., 928.

* Ázalékférgek. FÜLDI JÁNOS, Természethistória stb. Pozsony. 1801. p. 425.

** «Diese Kreaturen (t. i. die Würmer im Heuwasser) gehören mit in die Classe der Infusions-Thierlein.» I. 88.

*** Observatorium de Animalculis infusoriis satura. Gottingae. 1765.

gadva csakhamar általános elterjedt, szintén magában viseli azon felfogást, hogy ázalékokban keletkeznek.

Újabb időben JAEGER GUSZTÁV közölt igen csodálatos vizsgálatokat az édesvízi Hydra szöveteinek széteséséről,¹ melyek ha valóknak bizonyulnának, a rég elfelejtett BUFFON-féle felfogás mellett bizonyítanának. Nevezett bűvár szerint ugyanis, a Hydrák bizonyos körülmények között látszólag önkényűleg szét-esnek sejtekre, melyek *Amobák* alakjában önálló életet folytatnak, táplálkoznak s végre betokozzák magukat. — Mi egyebek ezek, mint BUFFON szabad életre jutott molekulái? — JAEGER, ki merész hipotézisek felállításával, mint eléggé ismeretes, legkevésbé sem fukarkodik, ezen folyamatban a Hydrának egy sajátos szaporodását vélte felfedezni, melyet *diaspermogenesis* névvel jelelt, melynek létét azonban senki meg nem erősítette.

BUFFON elméletének azon részét, mely a növények táplálkozására vonatkozik, s mely röviden oda megy ki, hogy azok a talajból élő molekulákat (melyek mint láttuk, BUFFON szerint azonosak a LEEUWENHOEK felfedezte állatocskákkal) vesznek fel, 1867-ben némileg eltérő alakban megújította RUNGE,² ki azon elmélettel lepte meg a világot, hogy a talaj humusát a vég-lényeknek egész élő világa népesíti, melyeknek szétfolyt testét a növények gyökerei, mint táplálékot, felveszik. A szervezetek táplálkozása e szerint tehát, úgy mint BUFFON nál, a vég-lényekre vezethető vissza; a kis élő molekulák tartják fenn az egész élő természetet. Igen szép, bár, mint láttuk, épen nem eredeti eszme, melyből azonban nyilván csak annyi felel meg a valónak, hogy a humusban tényleg igen nagy mennyiségű egysejtű moszatokkal, és Schizomycetékkel együtt különösen nagyszámú és pompás gyökérlábúak tenyésznek, melyek közvetve bizonyára szolgáltatnak a növényeknek táplálékot s némelyeknek, például a sziklákra telepedett mohoknak, táplálkozásánál mindenesetre igen fontos szerepet játszhatnak.

BUFFON elméletének azon része végre, mely a test minden részéből az ivarmirigyekben összegyűlő élő

¹ Ueber das spontane Zerfallen der Süßwasserpolyphen, nebst einigen Bemerkungen über dem Generationswechsel. (Sitzungsber. d. math. naturwiss. Classe d. Kais. Akad. der Wissensch. Bd. 39. Wien 1860. p. 321.

² V. ö. KRIESCH JÁNOS. A Runge-féle növény táplálkozási elmélet. A k. m. term. tud. társ. közlönye VII. köt. Pest. 1867. p. 147—151.

molekulákra vonatkozik, lényegében ismét feléledt DARWIN-nak 1868-ban az öröklés magyarázatára felállított *pangensis* hipotézisében.

Más természettudósok kétségkívül azon élénk behatás befolyása alatt, melyet SWAMMERDAM-nak a rovarok átalakulásáról feltárt bámulatos felfedezései előidéztek, a parányi világot a rovarokkal hozták viszonyba. Így HARTSOEKER¹ 1694-ben azt állította, hogy LEEUWENHOEK állatocskáit nem egyebek, mint a levegőben röpködő láthatatlan szúnyogok álcái; mely nézethez 1734-ben RÉAUMUR is csatlakozott, s ez utóbbinak nagy tekintélye azt szélesebb körben is elterjesztette. Ezen merőben elhibázott felfogás kézzelfoghatólag részint szúnyogok, részint a muszliczák (*Drosophila*, *Essigfliege*) fejlődéséből vont hamis következtetésen alapszik; amazoknak vízben élő álcáit ugyanis azon időben még természettudósok is összetévesztették a véglényekkel, az utóbbiakat pedig az EHRENBURG idejéig általánosan ázalékállatkáknak tartott Angvillulákkal; s ezért mondja MÜLLER O. F.: «(Infusoria) insectorum more metamorphosin subire nullo nititur fundamento; vermesque aceti in muscas mutati veræ larvæ sunt ab Angvillulis diversissimi.»² Különben a rovar (*Insectum*) kifejezéshez még LINNÉ természetrendszérének megjelenése után is, mondhatjuk az egész XVIII. században, igen ingadozó fogalom fonódott; a tudósok is körülbelül ép oly önkényűleg használták, mint pl. mai nap népünk nyelvén a féreg kifejezést, s ebben keresendő annak magyarázata, hogy számos szerzőnek, mint pl. a híres TREMBLEY-nek, ROESEL-nek, LEDERMÜLLER-nek s másoknak munkáiban a véglények épen úgy, mint egyéb apró vízi állatok, Hydrák, gyűrűsférgék, kerékállatkák, mohállatok és apró csigák alkalmilag, vagy egész következetességgel rovaroknak neveztetnek, a nélkül, hogy ezen tudósok csak távolról is arra gondoltak volna, hogy a véglények s egyéb apró vízi állatok a szoros értelemben vett rovarok fejlődéskörébe tartoznának.

Mindazon vizsgálatok, melyeket a véglények körül a múlt században végeztek, nem vezettek ezen parányi lényeknek csak némileg is kielégítő ismeretéhez; de természetszerűleg nem is vezethettek mindaddig, míg a nagyító készülékeket tetemesen nem tökéletesítették, míg azon chaotikus fogalmat, mely az Infuso-

rium névvel jelölt apró szervezetekkel állott kapcsolatban, legalább némileg nem tisztázták, s míg a finomabb boncztan terén tett felfedezések a bűvárok látókörét jelentékenyen nem szélesbítették; mindez pedig csak a legújabb időben történvén, csakis napjainkban juthattunk közelebb a véglények szervezetének megértéséhez, bár minden irányban való kielégítő ismeretüktől még mindig távol, részben igen távol állunk. Mindemellett azonban már a múlt század is sok oly becses anyagot gyűjtött össze, mely a további bűvárlatok útját hathatósan előkészítette; s valóban nem tagadhatjuk meg a tiszteletteljes elismerést azon buzgó férfiakról, kik előmunkálatok teljes hiányában, s a maiakhoz képest igen tökéletlen nagyító készülékekkel igyekeztek behatolni a láthatatlan lények titokszertű világába!

Az alakok ismerete gyorsan öregbedett, úgy, hogy az ázalékokban élő véglények főbb alakjai: *Schizomycetec*, *Monádok* és *csillószőrös ázalékállatkák*, a pocsolyákban és tiszta vizekben tenyészők közül pedig az *Euglenák*, a *Volvox Globator*, a *Vorticellafélék* jellemzőbb képviselői, szüntelen, zöld és kék *Stentorok* már a múlt század közepe előtt ismeretesek voltak. ROESEL 1755-ben leírta s aránylag igen jól le is rajzolta a bámulatos alakváltoztatásáról csakhamar nevezetessé vált *Proteus*-t, azaz az *Amoeba diffluent*-t,¹ melyhez GLEICHEN 1778-ban egy kisebb, ázalékokban tenyésző alakot sorolt; MÜLLER O. FR. 1777-ben felfedezte az *Actinophrys Solt*² (*Trichoda Sol*), melyet, vagy ehhez közel álló más alakot JOBLLOT már 1712-ben látott;³ EICHHORN pedig 1783-ban *csillag* (der Stern) elnevezés alatt ismertette a később EHRENBURG-tól felfedezője tiszteletére megnevezett *Atcinosphaerium Eichhornii*.⁴ Ezek voltak az első édesvízi gyökérlábúak, melyeknek ismerete csak később gyarapodott újabb felfedezésekkel. A tengerben élő gyökérlábúak közül a Foraminiferek üres héjai, melyek oly nagy mennyiségben fordulnak elő a tengerparti fővényben, már korán magokra vonták ugyan a természetbűvárok figyelmét: így BREYN már 1732-ben, PLANCUS 1739-ben, LEDERMÜLLER pedig 1761-ben⁵ több alakot írt, le s az utóbbi igen csinos raj-

¹ Der kleine Proteus. Insectenbelustigungen. III p. 621. Taf. 101. A. W.

² 164.

³ 64. t. 7. f. 15.

⁴ Beitr. zur Kenntniss d. kleinsten Wasserthiere. Zugabe p. 15.

⁵ I. S. t. IV, et 15 t. VIII.

¹ Essay de Dioptrique. 226—230. v. ö. EHRENBURG p. VIII.

² MÜLLER O. F. p. XVI.

zokat is közölt; minthogy azonban a héjak lakóit senki sem vizsgálta tüzetesen, általában parányi csigáknak, D'ORBIGNY-től pedig még 1826-ban Kephelopodoknak tartattak, míg DUJARDIN 1835-ben azon fontos felfedezést tette, hogy a héjat lakó parányi lény, összehúzódó nyálkás állományból, sarcodéból áll, melyben szervek nincsenek elkülönülve, s erre alapítá a véglények ismeretére annyira fontos sarcodé-tanát. Az alakok ismerete lassanként annyira gyarapodott, hogy MÜLLER O. FR. 1786-ban megjelent munkájában 378, részint már másoktól is leírt, részint számos évre terjedő bűvarkodása alatt önmaga felfedezte fajt írhatott le, melyeknek mintegy negyedrésze azonban nem tartozik a mai értelemben vett Protozoumokhoz.

A véglények szervezetének ismerete jóval elmaradt az alakok ismerete mögött s mivel oly különböző apró szervezetek keverékéből állott az ázalékállatkák csoportja, már csak ezen egy körülmény következtében sem fejlődhetett ki a valódi véglényeknek helyes és egységes felfogása.

A véglények magasán elkülönült, vagy egyszerű szervezete körül forgó vita, mely jelen századunkban egyrészt EHRENBURG, és másrészt DUJARDIN felfogásában oly éles ellentétte fokozódott, s melynek utóhulálmai az egy- vagy többsejtűség kérdésében egész napjainkig terjednek, már a véglények ismeretének első szakában vette kezdetét. Hogy az élőlények igen egyszerű szervezetekkel veszik kezdetüket, ezt már a régi bölcselek is állították, s ARISTOTELES felfogása szerint az élőlények sorozatának legelső lépésén egyszerű vázlatok (περιρραφαί) állanak; ily egyszerű vázlatoknak tekintették BUFFON és NEEDHAM LEEUWENHOEK állatocskáit, nemkülönben más mélyen gondolkozó természetbuvárok, mint LINNÉ, PALLAS, később pedig, a MÜLLER utáni időben, GRUITHUISEN, LAMARCK, CUVIER és DUJARDIN a szorosabb értelemben vett ázalékállatkákat. A buvárok legnagyobb része azonban hamis analógiákból indulva ki, magas szervezetet gyanított s keresett, mely felfogást EHRENBURG-nek nagy lelkesedéssel fogadott vizsgálatai ideiglenesen diadalra is emeltek.

MÜLLER O. FR., az ázalékállatkákat, szervezetökből kiindulva, két csoportra osztja; az egyikbe (*Infusoria sensu strictiori*) azokat sorolja, melyek minden megkülönböztethető szerv nélkül valók; a másik csoportba (*Bullaria*) ellenben azokat, a melyek külső és belső szervekkel ellátottak.¹

¹ p. VIII.

A külső szervek alatt főleg a csillószőrök értendők, melyek közül az erősebbek, különösen az *Oxytrichaféléknek* horgai és sertéi korán magokra vonták a figyelmet. Már LEEUWENHOEK felemlít egy ázalékállatkát, nyilván egy *Stylonychia*- vagy *Oxytricha*-fajt, mely nagyszámú lábai segítségével úszott és mászkált.¹ Az *Oxytrichafélék* és *Stentorok* peremkoszorúját nagyjában szintén korán felismerték, nemkülönben a *Vorticellafélék* örvényző szervét is. Gyenge nagyításoknál persze e szervek magok nem, hanem csupán az átalok előidézett örvények láthatók s ez örvényekből következtettek a kerékállatkákéval megegyező szerv jelenlétére, mely a táplálékot a szájba sodorja. Ezen láthatatlan szervektől előidézett örvény részben kalandos felfogásokra vezetett; így WRISBERG azt mondja, hogy bizonyos *Polypok* (azaz *Vorticellafélék*) tátott szájával várják a zsákmányt, apróbb állatocskákat, melyek sajátságos unszolatól vezetettnek a Polyp körüli Charybdisbe, hogy ennek mélyébe sodortassanak;² egy másik helyen pedig a következő költői fantáziával ecsetelt képet tárja fel: «Varium vidimus animalium gregem: a) Minima sunt rotunda fere, ad magnitudinem seminis papaveris accedentia, copiosissima, quae nihil aliud sunt, quam parvae moleculae in omne infuso consuetae, vivificatae, et in motum constitutae. Haec procul dubio reliquis nutrimento sunt, nam praecipue ambiunt animalcula maiora, imprimisque polypus, a quibus avido consummuntur gutturo. Singularem vidi motum, dum infelices mortis haec traduntur victimae. In distantia enim ab orificio polypi aliquot linearum celerrimum agitantur in motum rotatorium, sub quo momentaneo cursu a polypo quasi attrahuntur, et in os eiusdem incidunt. Eodem fere modo prouti sciurum legimus, animadversa ad radices arboris, cui insidet, procumbente vipera caudisona, quaeque illum radiantibus oculis rictuque hianti, felis instar murem, contemplatur, consternatum arborem circumcursare, effugia quaerere, tandemque vero velut fascinatam in os angvis insilire.»³

A finomabb csillószőröket és ostorokat, melyeket erősen nagyító s éles képet adó lencsékkel is csak gyakorlott szem vehet ki, kevés régibb bűvár látta egyik-másik véglénynél; ez az oka annak, hogy csak az újabbskori bűvárok konstatálhatták gyakori előfordulásokat. A fűrge ostoros és apróbb csillószőrös ázalékál-

¹ 63.

² 277.

³ 52.

latkák helyváltoztatása valóságos rejtélynek látszott, s anyagot szolgáltatott különböző meddő spekulációkra. Így ROESEL pl. 1755-ben a *Volvox Globator* mozgását oly módon magyarázza, hogy a golyó belsejéből a véglény akarától függő irányokban finom csöveken át láthatatlan vízsugarak lövelltetnek ki, melyeknek visszalökő hatása azt, mint a Segner-féle kereket, gördülő mozgásba hozza.

A mi a belső szerveket illeti, melyekről MÜLLER említést tesz, ezekre nézve ki kell emelnünk, hogy alattok jó részt csupán a kerékállatkák könnyen megkülönböztethető bele és petefészke értendő; a tulajdonképeni véglények belseje MÜLLER szerint szemcsés, nyálkás állományból (*materia mucida, mera gelatina*) azaz: mint mai nap más műkifejezéssel mondjuk, protoplazmából áll, mely könnyen szétfoly s molekulákra bomlik fel. A véglények szétfolyt protoplazmájában előforduló rögcskéket GLEICHEN¹ épen úgy, mint később EHRENBURG, petéknek tartotta; ugyanezen felfogással később még egyszer találkozunk PERTY-nél, kinek *blastiai* szintén nem egyebek, mint a véglények protoplazmájában előforduló különböző természetű rögcskék.

A csillószőrös ázalékállatkák szájnilyását már a legrégibb bűvárok is ismerték; így JOBLLOT már 1716-ban leírja, hogyan nyeldek bors-áزالékban a nagy *Oxytrichák* (araignées aquatiques) a kis *Kolpoda Cucullusok* (Cornemuses);² TREMBLEY látta a *Vorticellaféléknél* és *Stentornál*; SPALLANZANI igen jól megkülönböztette a *Vorticellaféléknél* s a *Paramecium Aureliánál*; GLEICHEN pedig különböző más csillószőrösöknél is, nevezetesen a *Kolpodánál*, sőt a *Glaucoma scintillans*-nál a szájnilyást szegélyző rezgő hárttyát is megkülönböztette;³ nemkülönbön ugyanő az alfelyilyást is látta némely csillószőrösöknél.

Az utóbb említett bűvár azon czélból, hogy az ázalékállatkák belső szerveit láthatóbbakká tehesse, már 1781-ben azon gondolatra jött, hogy tápláló esatornájukat, melynek előfordulását gyanította, színes táplálékkal megfesse; ezen czélból az ázalékba finom karmint vagy indigót kevert, melyet az ázalékállatkák csakugyan mohón nyeltek el; és látott belsejökben piros vagy kék gömböket, melyeket bizonyos idő múlva az alfelyilyáson kiürítettek s melyeket GLEICHEN petéknek tartott.⁴ GLEICHEN ezen kísérlete a véglények

szervezetének megértésére a jövőben végzetessé lön, a mennyiben EHRENBURG ugyanezen módszert alkalmazva, a protoplazmában fellépő ideiglenes üröcskéket, melyek a behabart karminnal, indigóval vagy más festékszemesekkel megtelnek, külön bélesön fűrtösen függő állandó gyomroknak tekintette. Ezen bonyolódott szerkezetű, sok gyomrú emésztőkészülék feltevéseinek konzekvenciái vonták maguk után EHRENBURG-nak többi téves nézeteit s vezették őt a tévedések egész útvesztőjébe.

Sajátoságos, a kor naiv élettani nézeteire azonban igen jellemző MÜLLER O. F. azon felfogása, hogy az ázalékállatkák csupán csak vízből élnek s szilárd táplálékot egyáltalában nem vesznek fel; különben MÜLLER szerint a *Nais*-, *Hydrachnafélék*, Entomostrok és folyóvízi kagylók szintén csak vízből élnek.¹

A véglények legjellemzőbb szervei, a magképletek s lűktető üröcskék nem kerültek ugyan ki egészen az első bűvárok figyelmét, de a rájuk vonatkozó egyes észleleteknek nagyobb jelentőséget nem tulajdonítottak, s e szerint nem is vezethettek e szervek értékének teljes méltatására. Egyes *Vorticellafélék* szalagalakú magját már ROESEL és LEDERMÜLLER is megkülönböztette.² MÜLLER hasonlóképen ismerte a *Vaginicolák* és *Cothurniak* szalagszerű magját, nemkülönbön igen számos más csillószőrös ázalékállatkáét, s azokat *dűczocskáknak* (*noduli*), *átlátszó pontoknak* vagy *gömböcskéknél* (*puncta pellucida, globuli hyalini*) nevezi; legpontosabban írja le a *Loxophyllum Melcagris* (*Kolpoda Melcagris* Müll)³ és a *Stentor polymorphus* (*Vorticella polymorpha* Müll)⁴ olvasószzerű magláncolatát, melyet a *Loxophyllum Melcagris*-nál gyomornak vagy bélnek megfelelő szervnek tekint. A lűktető üröcskéket szintén számos ázalékállatkánál megkülönböztette MÜLLER, s majd *átlátszó körnek* (*circulus hyalinus*), vagy *kerek nyílásnak* (*apertura circularis*), majd ismét *átlátszó gömböcskének* (*globulus pellucidus*) nevezte, s a magképletekkel gyakran összetévesztette. SPALLANZANI volt az első, ki a *Paramecium Aureliának* kiürüléskor csillagalakot öltő két lűktető üröcskéjét felfedezte, megfigyelte továbbá ezeknek változtatva történő ütemes lűktetését⁵ s azokat lélekzőszerveknek tekintette. GLEICHEN SPALLANZANI-tól

¹ p. XII—XIII.

² LEDERMÜLLER, 174. t. 88.

³ 100. t. XIV 1—6 et XV. 1—5.

⁴ 260 t. X. XXXVI. 1—13.

⁵ LAZZARO SPALLANZANI, Opusculi di fisica animale e vegetabile. Milano, 1826. p. 224. t. I. f. 18.

¹ 180.

² II. partie du Tome I, 14

³ 212.

⁴ 197—199.

egészen függetlenül, egy más ázalékállatkánál, melyet «*petit ovale*» névvel jelöl s melyben a *Glaucoma scintillans* lehet felismerni, szintén felfedezte az üröcskét s annak lüktetéseit. Érdekes felfedezését ezen szavakkal adja elő: «Itt valami egészen újat és hallatlant láttam, az *a*-val¹ jelölt hólyag (bulle) egymásután többször mint tizszer összehúzódott s ismét kitépült; vajjon ez-e az állatocskának a szíve? nem tudnék rá feleletet adni . . . »² EHRENBURG-et illeti az érdem, hogy a magképleteknek és lüktető üröcskének általános előfordulását kimutatta, bár mindkét szervnek élettani feladatát teljesen félreismerte.

A szaporodást illetőleg nem egy érdekes, részben a legújabb vizsgálatoktól megerősített észleletet köszönünk a véglények első bűvárainak, csak hogy ezen vizsgálatok is sok valótlan felfestéstől vannak eltorzítva. A generatio æquivoca ugyan, mint már említém, közhitelben állott s ellene csak kevesen emeltek szót, így JOBLot és SPALLANZANI, kik azt állították, hogy az ázalékokat gyorsan benépesítő mikroszkópi lények mindenütt elterjedt parányi petékből fejlődnek ki. A szülék nélküli elsődleges keletkezés hipotézisének dacára azonban egyes ázalékállatkák szaporodási módjait is korán felismerték. TREMBLEY ÁBRAHÁM, az édesvizi Hydrának méltán ünnepelt vizsgálója, már 1745-ben remek leírását adta a *Vorticellafélék* és *Stentorok* oszlásának, melyhez csak a legújabb idő szolgáltatott kiegészítő részleteket; BONNET, BAKER, GOEZE, SAUSSURE, SPALLANZANI, GLEICHEN és MÜLLER O. FR. a *Vorticellaféléknek* és számos más ázalékállatkának oszlását ismertették.

SPALLANZANI egy merevkocsányú *Vorticellafélénél*, melyben az *Opercularia coarctatát* vélem felismerhetni, sajátos szaporodást észlelt; az ázalékállatka testének alsó részéből egy testecskét látott kinőni, mely később az anyáról leválván, azt sebes rajzással elhagyta,³ hogy később letelepedve, hozzá hasonlóvá fejlődjék. Ugyanezt észlelte 1812-ben GRUTHUISEN, később pedig EHRENBURG, és sarjadzásnak tekintette. S annak is tekintették a legújabb idők, míg STEIN bebizonyította, hogy ezen látszólagos sarjadzás egy neme az egybekelésnek, az u. n. *sarjadzás-vagy rügyszerű egybekelés* (knospenförmige Conjugation). A ki a *Vorticellafélék* ezen érdekes egybekelését valaha látta, SPALLANZANI, durva, de jellemző rajza után könnyen felismerheti, hogy tényleg sarjadzás-

szerű egybekelést látott, bár azt egészen tévesen magyarázta.

A szabadon mozgó ázalékállatkák páronként való *egybekelésének* (*conjugatio, coitus*) ismerete oly régi, mint magoké az apró állatocskáké; ezen érdekes folyamatot már LEEUWENHOEK, JOBLot, WRISBERG és GLEICHEN megfigyelte s a két utóbbi részletesebben le is írta. Minthogy azonban MÜLLER az egybekelést hosszirányú oszlásnak tartotta* s ezen felfogáson EHRENBURG is osztozott, általánosan elterjedt azon tan, hogy az ázalékállatkák haránt és hosszirányú oszlással szaporodnak; csak a legújabb időkben BALBIANI kezdeményezése után lőn bebizonyítva, hogy a hosszirányban egymást megfekvő ázalékállatkák nincsenek oszlófélben, hanem a közösülés egy sajátos nemére keltek össze, mint azt a legrégebbi bűvárok állították.

A *Volvox Globatornak* ivartalan szaporodása, melynél az EHRENBURG-ig egyetlen állatnak vélt anyatelepből a fióktelepek kirajzását már LEEUWENHOEK is s utána számos más bűvár észlelte, azon felfogásra vezetett, hogy a véglények egy része elevenszülő.*

* MÜLLER, úgy látszik, hogy tulajdonképen ellentmondásban van önmagával, a mennyiben nagy munkájának praefációjában (p. XI) a hosszirányban egyesült ázalékállatkákról azt állítja, hogy határozottan oszlásban vannak, s óva int azon felfogás ellen, mely ezen páronkénti összefüggést egybekelésnek tekinti. A *Paramecium Aureliának* leírásánál ellenben (p. 88), miután részletesen tárgyalta észleleteit a páronként egyesült *Parameciumokról*, azon határozott, többi felfogásával ellenkező véleményhez jut, hogy ezen egyesülés tényleg közösülés: «Vera dehinc copula est, Aureliaeque maturae, et ante plenam magnitudinem, Veneri litare amant.» Az ellentmondás MÜLLER 1786-ból kelt nagy monografiájának genezisében leli magyarázatát. Ezen fontos mű ugyanis nem egyéb, mint a véglények azon rendszeres feldolgozásának, melyet MÜLLER az összes szárazföldi s édesvízi férgek történetét tárgyaló 1773-ból kelt művében adott, továbbbi vizsgálatokra alapított, tetemesen bővített átdolgozása, melyet 1784-ben bekövetkezett halála miatt MÜLLER maga nem rendezhetett sajtó alá, hanem szétszórt kéziratából barátja, FABRICIUS, állított össze, ki az első kiadás praefációját, melyen MÜLLER az újabb 11 évre terjedő vizsgálatok következtében szükséges változtatásokat, néhány jelentéktelen kihagyáson kívül, még nem tette meg, változtatás nélkül vette át az új műbe, minden tekintet nélkül arra, hogy a *Parameciumnak* átdolgozása lényegesen különbözik az első kiadásbelitől. Így jött létre azon látszólagos ellentmondás, mely az első kiadásban elő nem fordul.

** Ismeretes, hogy a *Volvox Globator* fióktelepeinek belsejében az unokatelepek nagy anyasejtjeit már gyenge nagyításnál is jól meg lehet különböztetni, meg is különböztették már a *Volvox Globatornak* első észlelői is. Ezen sokat csodált felfedezés BONNET-t az úgynevezett *beskatulyázási elmélet* (Théorie d'emboitement) felállítására vezette, melynek lényege abban áll, hogy az összes állatoknál az anya belsejében, mint a *Volvox Globatornál*, az utódok már

¹ t. XXIX. f. 2.

² 213.

³ Op. cit. 169. t. I. t. IX.

GLEICHEN az eleveneszlésnek két érdekes esetét írja le röviden a *Vorticella microstománál* s egy pontosan meg nem határozható más csillószőrös ázalékállatkánál. Mindkét esetben az anya belsejéből gömbölyüded embriók bujtak ki, melyek a *Vorticellát* elég élénk mozgással hagyták el, a másik ázalékállatkával ellenben látszólag merev fonalakkal összefüszve maradtak.¹ Ezen elevenen szült fiatal ázalékállatkákban, dacára a leírás rövidegének s a vizsgálat hiányosságának, nem nehéz az úgynevezett *acinetulaká embriókat* felismerni, melyek az ázalékállatkák bűvárait újabb időben oly sokat foglalkoztatták s oly különböző felfogásban részesültek.

Hogy a véglények még peték által is szaporodnak, senki sem vonta kétségbe; a tulajdonképi véglényekkel összetévesztett kerékállatkák nagy petéit csakhamar felfedezték. Így már JOBLÓT igen hű képét adta a petéit czipelő *Brachionusoknak* («des Grenades aquatiques, couronnées et barbuës»)²; analogia útján következtetve, petéket a többi véglényeknél is fel kellett tenni, s a könnyen szétfolyó protoplazmának legkülönbözőbb természetű záradékait petéknek tartották. GLEICHEN még a karminnal megtelt emésztő üröcskéket, valamint az ürülékeket is petéknek vette s azt hitte, hogy némely ázalékállatka, mint a békák, zsinegben rakja le petéit, a *Vorticellák* kocsányát pedig tojócsőnek deklarálta. •

Az első bűvároknak a véglények keletkezésére s szaporodására vonatkozó felfogását ezek után röviden a következőkben foglaljuk össze: a véglények generatio aequivoca útján keletkeznek, osztás, sarjadzás és peték által szaporodnak, némelyek eleveneszlők. Azoknak, kik a hosszirányban egymást megfekvő, azaz egybekelésben levő ázalékállatkákat oszlófélben levőknek tartották, a véglényeket következetesen hermafroditáknak kellett tekinteniök. Ezen felfogást tudtommal SPALLANZANI mondta ki először határozottan: «Piu animali infusori

sono ovipari; alecuni vivipari: tutti nel senso piu stretto ermafroditi»¹ EHRENBURG is osztozott benne.

Mielőtt LINNÉ a binaris nomenklaturát megalapította, s ez a leíró természettudományokban általánosan használatos lett, az egyes véglényalakokat vagy egyszerűen körülírták, vagy pedig önkényűleg választott, a mai szisztematikusnak fülét sértő külön nevekkal jelölték. Ilyenek pl. JOBLÓTNÁL: *Carnemuse* (= *Kolpoda Cucullus*), *Orale* (= *Glaucoma scintillans*), *Poule hupée* (= egybekelt *Oxytrichaféle*), *Navette de Tisseraud* (= *Oxytricha* sp.) stb.; TREMBLEY-nél: *Polipes à bouquet* (= telepeket alkotó *Vorticellafélék*), *Polype en entonnoir* (= *Stentor*); GLEICHEN-nél: *Jeu de nature*, *trembleur*, *petit trait* (= *Monas*), *flamme*, *informe* (= *Amœba*), *pantouffle* (= *Paramecium Aurelia*), *pendeloque* (= *Kolpoda Cucullus*), *cloche* (= *Vorticella*); EICHHORN-nál: *Baum* (= *Carchesium polypinum*), *Wasser-Schwan* (= *Lacrymaria Olor*), *Trompeten-Thier* és *Wasser-Krucken* (= *Stentor*), *Mauer-Sege* (= *Stylonychia Mytilus*), *Stern* (= *Actinosphaerium Eichhornii*) stb.

HILL volt az első, ki 1751-ben a véglényeket, melyeknek ismerete ez időben már mintegy 50 fajra terjedt, rendszerbe foglalta. Ő az állatoescákát (*Animalcula*), ez elnevezésen véglényeket, ondótestecskéket, kerékállatkákat s több más apró állatoescákát értvén, külön állatosztály képviselőinek tekintette, s három csoportba osztotta: 1. tagnélküliek, *Gymnica*, 2. farkkal bírók, *Cercaria*, 3. tagokkal bírók, *Arthronia*. LINNÉ a *Systema Naturæ* 1758-beli X. kiadásában az állatország zárkövét képező állatnövények (*Zoophyta*) rendében először vett fel néhány véglényt, t. i. 8 *Vorticellafélét*, melyek közül 7-et, követve TREMBLEY-t, RÉAUMUR-t s ROESEL-t s általában az akkori felfogást, a *Hydra*-nimmel egyesített, egyet pedig, a *Carchesium polypinumot*, a *Sertularia* nembe sorolt; ugyancsak a *Hydrával* egyesítette a BAKER, ROESEL, főleg pedig TREMBLEY vizsgálatai után ismeretes *Stentor polymorphust*; felvette továbbá még a *Volvox Globatort*; az összes többi véglényeket pedig egy, az akkori zavaros fogalmakat kitűnően jellemző geniális kifejezéssel, *Volvox Chaos* név alatt foglalta össze. A *Syst. Naturæ* XII. kiadásában (1767) a *Vorticellaféléket*, melyek LINNÉ szerint a *Hydráktól* azon örvény* által különböznek, melyet virágszerű harang-

egészen kiképezve bennfoglaltatnak, s hogy a parányiságuk miatt láthatatlan nemzedékek végtelen sora mintegy egymásba van skatulyázva s bizonyos nagyságot elérve az anyai testet végre egymás után elhagyja. Ezen elméletet, bármily kalandosnak látszik is a WOLFF megállapította mai kifejlődésben beavatottnak, a múlt század legnagyobb fiziológia, HALLER ALBRECHT is elfogadta, sőt mint MILNE-EDWARDS megjegyzi, maga CUVIER is ezen nézetet tartotta a számos fejlődéstani hipotézis között a legvalószínűbbnek. (Leçons sur la Physiologie etc. VIII. 247.)

¹ 217—218.

² 68. t. 9.

¹ Op. cit. 195.

* Vortex, innét Vorticella FÖLDI JÁNOSNÁL ÖRVÉNYKE. — Én az örvényke elnevezést, MARGÓT követve, a Turbellafélékre használom.

jaik kitérása alatt a vízben előidéznék, már elválasztotta a *Hydra-nem*től, melynél a véglények közül csak a *Stentor polymorphus* (*Hydra Stentoria* L.) hagyta, s külön nembe foglalta, melynek 14 faja közül azonban csak 9 a *Vorticellaféle* (a mai *Vorticella*, *Zoothamnion*, *Carchesium*, *Epistylis* és *Opercularia* nemek képviselői); a *Vorticella Eucrinus* (= *Pentacrinus Caput Medusae*) ellenben a Crinoidokhoz, a *Vorticella urceolaris* (= *Brachionus urceolaris*) a kerékállatkákhoz, a *Vorticella stellata* pedig nyilván a Hydroidokhoz tartozik; a *Vorticella ovifera* végre egy leírása után egészen felismerhetetlen amerikai tengerfenéki szervezet (talán szintén Crinoid?). A *Volvox-nem*be a *Volvox Globatorral* két Ctenophor, a *Volvox Beroë* (= *Beroë ovata*) és *Volvox bicaudata* (= *Cydippe Pileus*) van egyesítve, s továbbá *Volvox dimidiatus* elnevezés alatt egy a békaálcák és Tritonok farkán gyakori élősd, mely kétségteljesül nem egyéb, mint egy peritrich ázalékállatka, a *Trichodina Pediculus*. A *Chaos* végre a XII-ik kiadásban külön nemrangjára emelte LINNÉ. «Ezen legutolsó nem, — mondja MÜLLER F. L. STATUS, LINNÉ német kiadója,¹ — oly teremtményeket tartalmaz, melyeket a mikroszkopon át különböző vizekben és nedvességekben sajátos mozgással lehet úszni látni, s melyekről alig lehet tudhatni, hogy mit tartunk felőlök. A lovag ezen nemet *Chaosnak* nevezi, vagy azért, mert a zűrzavar chaosát látja bennök, vagy pedig azért, mert valamely ősanynak tekinti, melyből további képződmények fejlődnek.» Ezen *Chaos-nem*be LINNÉ a következő fajokat sorolja: 1. *Chaos redivivum* (= *Angvillula aceti et Angvillula tritici*), 2. *Chaos Proteus* (= *Amoeba diffluens*), 3. *Chaos fungorum*, mely elnevezés alatt a báró MÜNCHHAUSEN által gomba-ázalékokban nevelt Monádok értendők, melyeket MÜNCHHAUSEN a gombák állati életre ébredt magvainak tekintett. «A lovag erre ezen megjegyzést teszi: hogy valamint a állatnövények átváltozás útján a növényországból az állatországba mennek át, hasonló módon mennek át a gombák az állatországból a növényországba».² ROOS JÁNOS KÁROLY, LINNÉ tanítványa pedig nagynevű tanárának elnöklete alatt előadott doktori értekezésében ugyancsak a MÜNCHHAUSEN-féle észleletek megbeszélésénél így kiált fel: «*Quaestio jam oritur, utrum Fungi ad vegetabilia, an vero ad animalia referri debeant? vel etiam an novum formari debeat regnum naturae, quod*

¹ Op. cit. VI. 917.

² Op. cit. 921.

*neutrum seu chaoticum vocetur?»*¹ 4. *Chaos Ustilago*, a gabonaüszög: «Ezen por egy ideig meleg vízben áztatva, MÜNCHHAUSEN úr vizsgálatai szerint, hosszúdad átlátszó állatocskákká változik, melyek, mint a halak a vízben, játszadoznak, ha a nagyítóüveg alatt nézzük».² Végre 5. *Chaos infusorium*, mely alatt az összes többi véglények értendők s melyhez LINNÉ, mint már fennebb említém, még bizonyos betegségeket, erjedést és rothadást létrehozó hipotetikus lényeket sorolt.

Ezen első rendszertani kísérletet, mely a *Chaos* kódében foszlik szét, jelentőségére nézve messze túlhaladta a már sokszor említett kitűnő dán tudós, MÜLLER OTTÓ FRIGYES, a véglényeknek 20 évnél többre terjedő tanulmányozásán alapuló rendszeres feldolgozásával. A véglények valódi Linnéje nem LINNÉ volt, hanem MÜLLER O. FR. «Ha megfontoljuk, mily kevés használható előmunkálatra támaszkodhatott MÜLLER, — mondja STEIN³ — s mily tökéletlenek voltak azon eszközök, melyekkel vizsgálatait végezte, úgy az ő működését igen magasra kell becsülnünk. MÜLLER volt mindenesetre az ázalékállatkat tárgyaló tudomány területén az első korszakot alkotó író, neki köszönjük azon alapokat, melyeken ezen állattani diszeziplinának egész épülete nyugszik. Az ázalékállatkák valódi természetébe való bepillantást az akkori optikai segédeszközökkel természetesen nem lehetett elérni; ezért MÜLLER-nek ezen állatok tulajdonképeni szerkezetéről, táplálkozásáról, szaporodásáról s fejlődéséről való összes nézetei felette elégtelenek s többnyire tévesek.»

Miután MÜLLER nézetét a véglények szerkezeti és szaporodási viszonyairól a fentebbiekben alkalmam volt már tárgyalhatni, e helyen csupán rendszeréről akarok megemlékezni.

Ismeretes, hogy LINNÉ, szemléltetést a népies felfogást követve, mindazon gerincztelen állatokat, melyek nem Arthropodok, azaz LINNÉ szerint nem rovarok (Insecta), rendszerének VI, azaz a férgek (Vermes) osztályába sorolta, azon állatsoportba, mely tagadhatatlanul még mai nap is oly állatok tarka keveréke, melyek némelyikét egymással csupán negatív jegyek kapcsolnak össze.* MÜLLER, LINNÉ-t

¹ ROOS J. C., Dissertatio academica Mundum invisibilem breviter delineatura. Upsaliae 1767. 12.

² Op. cit. 922.

³ STEIN, I. 2.

* Be kell vallanunk, hogy a férgek körének mai körülírása sem sokkal precízebb, mint a MÜLLERÉ: «Vermis

követve, az ázalékállatkákat szintén a féregosztályba sorolta, mint ennek külön rendét, melyet kortársainál valamivel szorosabban írt ugyan körül, mindemellett egyes Diatomeákkal s Desmidiaceákkal, a Volvociékkal — s egyéb Flagellátokkal, Schizomycetekkel, Rhizopodokkal és Ciliatokkal együtt a kerékállatkákat, Cercariákat és Angvillulaféléket, sőt egy fiatal Bryozoumot (*Leucopha heteroclista* = *Crystatella Mucedo*) is felvett ázalékállatkái közé, melyeket szerzőjük szerint két csoportra osztott. U. m. 1. *Infusoria* (sensu strictiori), fegyverzett szemmel is igen parányiaknak látszó, az ondóban élőkkel legközelebb rokon, egynemű, nyálkás s minden megkülönböztethető szerv nélküli állatoeskák; 2. *Bullaria*, szintén legnagyobbbrészt mikroszkópi, különmemű, belső és külső szervekkel ellátott vízi állatoeskák.¹ Az első csoportban 10 génuszt (Crassiuscula: *Monas*, *Proteus*, *Volvox*, *Enchelys*, *Vibrio*, — Membranacea: *Cyclidium*, *Paramecium*, *Kolpoda*, *Gonium*, *Bursaria*), a másodikban pedig 7-et, (Nuda: *Cercaria*, *Trichoda*, *Kerona*, *Himantopus*, *Leucopha*, *Vorticella*,² — Testa tecta: *Brachionus*); összesen tehát 17 génuszt s mindössze 378 spéciest különböztetett meg. Valamennyi génusz közül csupán az utolsó, a *Brachionus*, mely tisztán csak kerékállatkákat foglal magában, felel meg természetes csoportnak; s egy futólagos megjegyzésből, mely szerint a *Brachionus* a *Bullariumok* legtokéletesebb képviselője,³ arra lehet következtetni, hogy már MÜLLER hajlandó volt az aránylag magas szervezetű kerékállatkákat a szoros értelemben vett ázalékállatkáktól egészen elválasztani, miben talán csak munkájának teljes átdolgozása előtt bekövetkezett halála akadályozta meg. MÜLLER-nek valamennyi többi génusza ellenben többé-kevésbé együvé nem tartozó elemek tarka keveréke; így pl. *Vibrio* génuszában *Schizomycetes*, *Diatomeák*, a *Desmidiaceák* egy képviselője (*Vibrio Lunula* = *Closterium Lunula*) s *Angvillulafélék* vannak számos *Enchelysfélével* és *Tracheliusfélével* egyesítve.

A mi MÜLLER munkáját a véglények ismeretére oly nagyfontosságúvá tette, az, felfogásom szerint, a

omne animans, quod nec inter Mammalia, Aves, Amphibia, Pisces, nec inter Insecta locum obtinet.» (Vermium etc. historia. Havniae et Lipsiae. 1773. Vol. imi pars ima. Praefatio.)

¹ Op. cit. p. VIII.

² Ib. XXVI.

³ Ib. 333.

nagyszámú alakoknak, a mennyire csak nagyítói engedték, pontos és részletes, továbbá minden fantáziától ment józan és lelkiismeretes leírás. — «*Nihil facilius quam animalcula videre, eorumque motu et ludo delectari, differentias vero in bestiolis simplicissimis, agilissimis, mutabilibus, in arca minini campi paucissimis luminis radiis illustrati conspectum omni momento effugientibus, percipere, perceptas variosque ejusvis motus verbis significantibus exprimere, hic labor, hoc opus.*»¹ Ezen nehéz feladat megoldása MÜLLER-nek mesterileg sikerült mintaszerű monografiájában, melynek becsét s hasznavehetőségét még különösen emeli a fivére MÜLLER C. F. rajzolta és metszette 30 igen tiszta kivitelű, remek tábla, mely a leírt állatoeskákról ritka hűséggel adja vissza mindazt, a mit MÜLLER látott és, — a mi bizonyára nem utolsó érdeme, — soha sem többet, mint a mennyit nagyítóival láthatott.

MÜLLER munkája az első száz évnek, mely a véglények felfedezése óta legördült, valóban méltó zárkővet képezi. A nagyrészt terv nélkül, kapkodva gyűjtött s fantasztikus spekulációkkal eltorzított töredékes adatok, melyek a MÜLLER fellépése előtti időt jellemzik, nem elégíthették többé ki sem a szerzőket minden irányban tanulmányozó biológot, sem pedig a természettudományoknak azon időben oly túlnyomó számú egyoldalú művelőit, kik, a nagy LINNÉ úttörő munkájának célját merőben félreismerve, a tudomány egyedüli feladatát az alakok ismertető jegyeinek regisztrálásában, körülíró katalógusok szerkesztésében keresték. MÜLLER munkájában mind a biológ, mind a szisztematikus megtalálta azon alapot, mely a továbbépítést lehetővé tette; s 50 éven keresztül, egész EHRENBERG fellépéséig, úgy szólván az egyedüli alapmunka maradt, melynek rendszertani részét GMELIN a LINNÉ természetrendszerének XIII. kiadásába (1788) bevévén, ebből pedig számos kézikönyvbe átvétetvén, csakhamar széleskörű elterjedésben részesült.

A MÜLLER és EHRENBERG közötti időben az alakok ismeretét több bűvár szélesbítette, kik között az első hely kétségkívül SCHRANK P. FERENCZ landshuti egyetemi tanárt illeti meg, ki Bajorország faunáját tárgyaló munkájában² számos új alakot pontosan írt le. Az alakok ismeretének szélesbítésére irányuló törekvéseknél azonban sokkal fontosabbak

¹ J. b. p. XVIII—XIX.

² Fauna boica. 1798—1803.

azok, melyek a véglények szervezetének értékét igyekeztek tisztázni s ezzel az *ázalékállatkák* (Infusoria) gyűjtőnéven összefoglalt szervezetek természetesebb csoportosítására egyengették az útát.

MÜLLER maga, úgy mint elődei és kortársai, az ázalékállatkák csoportjának körülírásánál a termetre és nagyságra fektetvén a fősúlyt, kénytelen volt az egynemű nyálkás állományból álló, szorosabb értelemben vett ázalékállatkákat az elkülönült szervekkel ellátott Bulláriákkal egyesíteni. Ezen sarkalatos hibát, mely következményeiben a vélemények szervezetének megértésére oly végzetes volt, s EHRENBERG felfogására is lényegesen befolyt s őt a téves felfogások útvesztőjébe vezette, a mély belátású LAMARCK ismerte föl először s már 1809-ben «Philosophie Zoologique»-jében¹ elválasztá a Bulláriákat az Infusoriumoktól s «*Polypes ciliés*» elnevezéssel a Polypok osztályába, azaz a Bryozoákkal együtt a mai nap az űrbelűek közé sorolt Anthozoomok és Hydroidok mellé iktatá. Ugyanígy találjuk elválasztva a Bulláriákat az az Infusoriumoktól LAMARCKnak a gerinceztelen állatokat tárgyaló nagyfontosságú munkájában is.² Valamint azonban MÜLLER Bulláriái, úgy LAMARCK csillószőrös Polypjai sem képeznek természetes csoportot, a mennyiben a kerékállatkákkal együtt az összes azon időben ismert peritrich ázalékállatkák, továbbá *Stentor*- és *Bursariafélék* egy kalap alá vannak foglalva; de mindennek daczára nagy jelentőségű ezen kettéválasztás, a mennyiben azon fontos tényállásnak felismerésén alapszik, hogy a szervezetek legalsó lépcsőjét oly egyszerű lények foglalják el, melyek a magasabb állatokéival homolog szervekkel nincsenek ellátva, s hogy az élő lények láncolata lépésről-lépésre egyszerűsül s oly alakokkal végződik, melyekben mintegy az egyszerűség ideálja van megtestesülve.

Ezen emelkedett természetnézetet, melyet már a nagy ARISTOTELES hirdetett s melyhez LINNÉ, PALLAS s több nagynevű természetbúvár csatlakozott, a legkisebb lényeknek LAMARCK végezte szorosabb körülírása úgy látszott szilárd alapokra fektette, s a jelen század elején, különösen miután azt GRUITHUISEN, TREVIRANUS, SCHWEIGGER, OKEN és CUVIER is elfogadta, s miután DUTROCHET 1812-ben a kerékállatkák aránylag magas szervezeti viszonyait tüzetesebben mutatta

ki, általánosan elterjedt. Ezen tan szerint az Infusoriumok — CUVIER szavait¹ használva, — a legegyszerűbb, nyálkástestű állatok, melyeknek belső szervei nincsenek s gyakran még szájok is hiányzik.

BORY de SAINT-VINCENT, ki 25 év alatt gyűjtött s részletekben elég gazdag, de nem mindig megbízható észleleteinek eredményét 1826-ban az «Encyclopédie methodique» és «Dictionnaire classique d'histoire naturelle» hasábjaiiban tette le, ismét a MÜLLER-féle felfogás felé hajlik, s a «*Microscopiques*» névvel jelölt lényeknél, — mely elnevezés alatt a telepeket alkotó *Vorticella*- s *Monasfélék*, valamint a *Diatomeák* kizárásával, ugyanazon terjedelemben foglalja közös csoportba az ázalékállatkákat, kerékállatkákat, Cercariákat és Spermatozomokat, mint MÜLLER, — magas és egyszerű szervezetű mikroszkópi lényeket különböztet meg. Amazokat a *kerékállatkák* képviselik, az utóbbiakat a többi mikroszkópi lények, melyeknek teste látszólag egynemű ugyan, mindamellett azonban nem tartja lehetetlennek, hogy ezek is el vannak látva elkülönített szervekkel, melyek csupán nagy átlátszóságuk miatt nem vehetők ki. BORY de SAINT-VINCENT a mikroszkópi lényeknek egészen önálló, új osztályozását is megkísérettette, melynek azonban mai nap csakis historiai becsé van. Ezen osztályozás² 5 rendben (*Gymnodés*, *Trichodés*, *Stomoblépharés*, *Rotifères*, *Crustodés*) 17 családot (*Monadaires*, *Pandorinées*, *Volvociens*, *Kolpodienées*, *Bursariées*, *Vibrianides*, *Cercariées*, *Urodiées*, *Polytriquées*, *Mystacinées*, *Urodées*, *Urcolariées*, *Thikidées*, *Rotifères*, *Brachionides*, *Gymnostomées*, *Citharoidées*) s 82 nemet különböztet meg; a leírt új fajok közül azonban csak kevés állja ki a kritikát, a «Dict. classique»-hez mellékelt rajzok pedig legnagyobb részt nem egyebek, mint MÜLLER rajzainak kópiái. Emlitém már, hogy BORY de SAINT-VINCENT a telepeket képező *Vorticella*- és *Monadféléket* (Anthophysa), valamint a *Diatomeákat* nem osztotta be a *Microscopiques* névvel jelelt lények közé; ezeket ugyanis az Anthozoomok, Hydroidok, Bryozoomok, Spongiák s a moszatok egy részével együtt, a két szerves országot összekapcsoló külön közvetítő országba, a *Régne psychodiaire*-be osztotta be, mely harmadik szerves országra alább még visszatérek.

¹ Zoologische Philosophie von JEAN LAMARCK. Aus dem französischen übers. von ARNOLD LANG. Jena 1876. p. 149—151.

² Histoire naturelle des animaux sans vertébrés. I—II.

¹ Régne animal 1817.

² Dictionnaire classique d'histoire naturelle: X. 533.

MÁSODIK IDŐSZAK.

Ehrenberg és Dujardin kora.

Az előbbieken megkísértettem lehetőleg híven ecsetelni a véglények ismeretének azon idő előtti álláspontját, melyben EHRENBURG KERESZTÉLY GOTTFRIED (1795—1876) korszakot alkotó működését megkezdette, s az újabb idő tetemesen tökéletesített nagyítókészülékeinek segítségével, évek hosszú során át csendes berlini dolgozóasztalánál, Lybia tikkasztó ege alatt, a Vörös-tenger sivár partjain s Szibíria zordon pusztáin egyaránt csüggedetlen kitartással fáradozott a láthatatlan világ titkainak kifürkészésén, melynek eredményei az 1838-ban *«Die Infusionsthierehen als vollkommene Organismen. Ein Blick in das tiefere organische Leben der Natur»* cím alatt megjelent, 64 remek rézmetszetű s színezett folio táblával illusztrált, monumentális díszműben vannak letéve.

*«A vizsgálandó tárgyaknak csupán pontos részletismerete (Spetialkenntniss) vezethet eredményekre, a mi magából a természetből s nem könyvekből sajátítható el, — ez képezi szükségképi tervét a természet-tudományával való foglalkozásomnak.»*¹ A mély gondolkozású bűvárt jellemző s minden valódi természet-tudóstól követendő ezen irányelvéhez híven, EHRENBURG önállóan átkutatta az ázalékállatkák egész területét, s bűvárlatának meglepő főbb eredményeit már 1830-ban közölheté a berlini akadémiával, egész terjedelmében pedig 8 évvel később az összes ázalékállatkákról, illetőleg összes véglényekről írt s idézett monumentális munkájában.

EHRENBURG bűvárkodásának súlypontját az ázalékállatkák szervezetének kifürkészésére irányozá. — Miként a fentebbiekben alkalmam volt kifejtetni, EHRENBURG fellépése idejében a legilletékesebb természettudósok az ázalékállatkák elnevezése alatt

összefoglalt parányi lényeket, szervezetöket tekintve, két csoportba foglalták, melyeknek egyikébe elkülönült szervűek tartoznak, — ezek a *kerékállatkák*; másikába pedig elkülönült szervek nélküli, élő nyálkából álló lények, — a szorosabb értelemben vett *ázalékállatkák*. EHRENBURG ezen két csoportot, mint az állatország két külön osztályát, szintén megkülönbözteti, a különbséget azonban nem a magasabb állatokéval megegyező szervek jelenlétében, illetőleg hiányában, hanem a két csoport képviselőinél való különböző voltában keresi. Azon veszélyes szírtet, melyen az ázalékállatkák szervezetére irányuló bűvárlatok ismételten hajótörést szenvedtek, EHRENBURG sem hajózhatta szerencsésen körül. A kerékállatkáknak aránylag magas szervezeti viszonyait, melyekről már LAMARCK-nak, sőt MÜLLER-nek is volt homályos fogalma, s melyeket DUTROCHET pontosabban kifürkészett, EHRENBURG igen részletes és nagyfontosságú, részben mai nap sem túl szárnyalt tanulmányaival minden kétség fölé emelte, s az elért sikertől elragadtatva, analog szerveket keresett s akart találni az ázalékállatkák másik csoportjánál is, s azokat meg is találta. Mivel pedig már a tiszta indukció útjáról letévedve, sikamlós lejtőre jutott, feltartóztathatatlanul ragadta magával fantáziája, s ezentúl, fájdalom, miként a *«Journal des Scavans»* szerkesztői a régi-ekről mondják, inkább kitalálni, mint meglátni, akarta a dolgok lényegét, minek következtében számos, s épen a legfontosabb részletre az ellenkezője áll annak, mit vizsgálatainak s közléseinek jellemzésére mond: *«Törekvésemet s büszkeségemet abba helyeztem, hogy, a mennyire lehet, sehol se lássak és adjak elő túlságos sokat, hanem inkább mindenütt túlságos keveset.»*¹

¹ Flora. Regensburg. 1820. p. 535.

Hogy lelkiismeretes s avatott bűvároknak tévedései, mint az erjedéstől előidézett fermentumok gyakran éltetőn s tisztázóan hatnak a tudományra, ezt a történet számos példával bizonyítja; teljes mértékben áll ez EHRENBURG-nek egészben ugyan téves, de bizonyos tekintetben mégis tagadhatatlanul az igazság magvát magában rejtő felfogásáról, mely míg egyrészt a biológia egyik legérdekesebb fejezetét képezi, másrészt hatalmas impulzust adott arra, hogy az ő nyomdokaiba lépő elfogulatlan bűvárok, a mester tévedéseit kifürkészve s gondosan kikerülve, a valót megközelítsék. Nem szenved semmi kétséget, hogy EHRENBURG vas szorgalma nélkül a véglénytan nem juthatott volna a jelenlegi, aránylag magas tökéletesség fokára; s csakis az vethet némi árnyékot EHRENBURG nagyságára, hogy kedvelt eszméjétől, melyet a tudományos világ egy ideig páratlan lelkesedéssel karolt fel és tapsolt meg, az ellene nyilatkozó nyomatékos érvekkel szemben nem tudott, később pedig, életének alkonyán, az aggkor makacsságával, mintha nem is akart volna többé megválni s időről-időre féltékenyen s növekvő izgatottsággal utasított vissza minden ellenérvet.... Noli turbare circulos meos!

EHRENBURG tanának alapkövét azon tétel képezi, hogy a már ARISTOTELES-től hirdetett bölcselői felfogás, hogy a szervezetek sorozata fokozatosan egyszerűsül s a legegyszerűbb szervezetű lényekkel végződik, merőben téves; hogy ellenkezőleg, az felel meg a valónak, hogy még a fegyverzett szemmel való látás végső határain álló lényeknél is megfelelő kifejlődött szervek s szervrendszerek fordulnak elő, mint a legmagasabbaknál, s e tekintetben az ember és a legparányibb *Monas* között nincs különbség. Az ázálékállatok mind magas szervezetű valódi állatok, melyek két természetes állatosztályt képeznek, t. i. a *kerékállatok* (*Rotatoria*, *Räderthiere*) s a *gyomorállatok* (*Polygastrica*, *Magenthier*). Az utóbbiak, melyek itt egyedül érdekelnek, következőleg állíthatók szembe a többi állatosztályokkal.* A gyomorállatok *szívőférg*ek sok gyomorral, önóslással és sarjadzással; *laposférg*ek sok gyomorral és sarjadzással; *Meduzák* sok gyomorral, önóslással vagy sarjadzással; *kerékállatok* sok gyomorral, sarjadzással vagy óslással;

* EHRENBURG állatrendszere. 1835.

I. Myeloneura Középponti idegrendszerüket agy-s gerinczvelő képviseli.

1. *Nutrientia*, fiaikat táplálják. (Mammalia, Aves.)

2. *Orphanozoa*, « nem » (Reptilia, Pisces.)

*örvényférg*ek sok gyomorral és sarjadzással, látszólagos izeltség (Scheingliederung) nélkül; *fonálférg*ek sarjadzással vagy látszólagos izeltséggel (?) s egyesült kettős ivarral; *gyűrűférg*ek (Naidina) izeltség és pulzus nélkül; *csigák* szív nélkül s önóslással; *rovark* izeltség s edénylűktetés nélkül, egyesült kettős ivarral, sarjadzással és önóslással; *halak* gerinczvelő és szív nélkül, sok gyomorral, egyesült kettős ivarral sarjadzással vagy önóslással.¹ Ezen sajátoságos parallellából legjobban kivehető, mily magas s összetett szervezetet tulajdonított EHRENBURG az ázálékállatoknak.

EHRENBURG az ázálékállatok fő csoportosításában s a csoport terjedelmének körülírásában egészben véve MÜLLER-re támaszkodott. Az utóbbi is felismerte már a *kerékállatok* (*Bullarium*ainak egy része) s a szoros értelemben vett *ázálékállatok* közötti különbségeket; EHRENBURG tökéletesb optikai készülékeivel végzett saját tanulmányaira, meg DUTROCHET-éire támaszkodva, élesebben ismerte fel a szervezeti különbségeket s a két csoportot két különböző állatosztály (*Rotatoria*, *Polygastrica*) rangjára emelte. A MÜLLER szoros értelemben vett ázálékállatoknak megfelelő gyomorállatokai közül egészen kiküszöbölte azt a néhány kerékállatot, melyeket MÜLLER-nek *Cercaria*- és *Trichoda*-neme tartalmaz; MÜLLER chaoszszerű *Vorticella*-nemének azon képviselőit pedig, melyek a mai felfogás szerint részint a *Cilióflagellátok*, részint a *Ciliátok* és *Acinetáfélek* közé osztandók be, kiválasztotta az ugyanczen nembe foglalt számos

II. Ganglioneura. Középponti idegrendszerüket duczok képviselik.

1. *Sphgmozoa* s. *Cordata*. Szívvel vagy lűktetőedényekkel.

- a) *Articulata*. Izelt testtel és duczrendszerrel.
A mai értelemben vett Arthropodok és Annelidek.
- b) *Mollusca*. Izeletlen testtel és duczrendszerrel.
A mai terjedelemben vett lágytestűek.

2. *Asphyeta* s. *Vasculosa*. Szív nélkül, edényekkel.

- a) *Tubulata*. Izeletlen testtel, belük egyszerű cső vagy zacskó.
Bryozoa. Polypi (pro parte) Vermes (pro parte) Echinodermata (pro parte).
- β) *Racemifera*. Izeletlen testtel, belök osztott, villaszerű vagy elágazó.
Asteridæ. Medusæ. Anthozoa. Trematoda.
Cestoda. Turbellaria. Rotatoria. Polygastrica.

Conf. CARUS, Gesch. d. Zoologie p. 671.

¹ p. *.

kerékállatka közül s megfelelő helyöket a gyomorállatkák osztályában jelölte ki. Kiküszöbölte továbbá a Bryozoomokhoz tartozó *Leucophra heteroclitat*, valamint a MÜLLER-től a *Cercaria* nembe foglalt ondótestecskéket s a Distomafélék álcáit, a tulajdonképi *Cercariákat* s végre a *Vibrio*-nembe foglalt Angvilulaféléket. Ellenben, MÜLLER-t követve, ő is felvette gyomorállatkái közé a *Schizomyectek* egy részét (*Vibrionia*), továbbá összes levélzöld-nélküli és levélzöldet tartalmazó *Flagellátokat*; végre számos, illetékes szaktársának azon véleménye ellenében, hogy ezen szervezetek a növényországba tartoznak (AGARDH, DE CANDOLLE, FRIES, GRUITHUISEN, HOOKER, KÜTZING, MEYEN, MORREN, NEES VON ESENBECK, TURPIN, TREVIRANUS stb.), a *Closterinákat* s a *Diatomeákkal* egyesített többi *Desmidiaceákat* (= *Bacillaria* Ehb.); ez utóbbiak közé sorozá, függelék gyanánt, az *Acinetafélék* egy részét is (*Acincta Lyngbeyei*, *A. tuberosa*, *A. mystacina*), míg a *Podophrya fixa*t az *Actinophrys* és *Trichodiscus* mellé az *Enchelysfélék* közé iktatá. A *Rhizopodok* közül aránylag keveset írt le EHRENBURG nagy munkájában; mindössze néhány *Amoeba*-fajt, mint egy külön családnak, az *Amoebafélék* családjának, továbbá néhány *Arcella* és *Difflugia*-fajt, mint az *Arcellafélék* családjának képviselőit; továbbá néhány *Heliozoumot* az *Actinophrys* és *Trichodiscus* nembe foglalva, melyeket a *Podophrya fixa* kivételével csupán holotrich ázalékállatkákat tartalmazó *Enchelysfélék* családjába osztotta be. A *Polythalamiumokról* EHRENBURG azt vélte, hogy a *Bryozoomokkal* rokonságban állanak; a *Radiolárokat* (= *Polycystina* Ehb.) végre, melyeket csupán élő és kihalt fajok kovapánczélei után ismert, majd a *Polygastricumokkal* rokon csoport (1838), majd ismét egy külön állatosztály képviselőinek tekintette.*

Miként ismereteink jelenlegi állása mellett bizonyossággal állítható, ezen szervezetekre igen lényegesen különböző véglények, EHRENBURG felfogása szerint, parányiságuk mellett is magosan kifejlődött s egyöntetű jellemző szervezettel vannak ellátva, melyet a következő rövid képben megkísérlek vázolni.

EHRENBURG-et vizsgálatai mindjárt kezdetben az ázalékállatkák bonyolódott szerkezetű táplálkozó szerveinek feltevésére terelték, s az elért, helyesnek tartott eredmények tovább vezették őt a magasabb

állatoknál előforduló egyéb szervek keresésére, végre pedig a magas szervezetet hirdető tannak tagadhatatlanul mesteri kifejtésére. EHRENBURG éles megfigyelését nem kerülhette ki MÜLLER-nek azon sarkalatos tévedése, hogy az ázalékállatkák egyáltalában nem vesznek magukhoz szilárd táplálékot; a nagyobb ázalékállatkák belsejében könnyen megkülönböztethetők az elnyelt idegen testek s kevés béketűrőssel a nyelés aktusa is megfigyelhető. EHRENBURG nem csupán a nyelést s a különböző szerkezetű garatot, hanem, mint előtte már GLEICHEN, az emészthetetlen táplálékalkatrészek kiürítését is megfigyelte s azon eredményre jutott, hogy az alfelnyílás majd összeszik a szájjal, majd ismét tőle kisebb-nagyobb távolságban, néha épen a test ellenkező részén, foglal helyet. Feltűnt továbbá EHRENBURG-nek, hogy a táplálékalkatrészek, a szájtól az alfelnyílásig való haladásuk közben, bizonyos szabályos pályát irnak le, mely néha egyenes, máskor pörgén csavart, vagy patkóalakúlag hajlott. Ha van szájnylás, néha még jól megkülönböztethető, s finomabb szerkezetére igen különböző garat s többnyire külön alfelnyílás is, melyhez az emészthetetlen alkatrészek bizonyos szabályos lefutású pályán jutnak, vajjon nem valószínű-e, hogy az épen említett pálya lefutásában, finomsága miatt közvetlenül ki nem vehető bélrészlet is van, mely a száját, illetőleg a garatot az alfelnyílással összeköti? Ezen kérdést állította fel magának EHRENBURG s oly módszert keresett, melylyel azt megoldhassa, azaz a láthatatlan bécsatornát láthatóvá tegye. A sikerrel kínáló módszert kitalálta már előtte GLEICHEN, ki ázalékállatkáit (12. l.) karminnal etette. Ezen módszert alkalmazva, azt találta EHRENBURG, hogy a karmin-, indigó-, vagy egyéb festékszemecek, melyeken az ázalékállatkák mohón kapnak, a szájon, illetőleg a garaton át a test belsejébe habartatva, gömbölyüded üröcskéket töltenek ki, melyeket már GLEICHEN is látott és megfoghatatlan módon az ázalékállatkák megfestődött petéinek tartott; anyelés pillanatában gyakran egészen világosan kivehető a szájon, illetőleg a garaton túl azon csőszerű pálya, melyen át a színes szemecskék az épen említett gömbölyüded üröcskébe jutnak, ez utóbbiak pedig azon szabályos pálya mentében vannak elhelyezve, mely a szájtól az alfelnyílásig húzódik. A karmin-etetés útján nyert részleteket EHRENBURG a következő módon igyekezett teljes képpé kiegészíteni: azon gömbölyüded üröcskék, melyekbe az elnyelt táplálék jut, nem egyebek, mint megannyi (egész 200) hártvás falu, praeformált gyomrok (Magenbläschen

* A DUFOUR LÉON-tól 1826-ban (*Annales des Sciences naturelles* t. VIII.) először leírt *Gregarinaféléket*, melyek azon időben általában férgeknek tartottak, EHRENBURG egészen figyelmen kívül hagyta.

Magenzellen, Speisebeuteln), melyek midőn üresek s összehadnak, végtelen finomságuk miatt ki nem vehetők s csak megeléskor lesznek láthatókká. Ily nagyszámú apró gyomor valamennyi ázalékállatnál előfordul, ezért nevezte el EHRENBURG sokgyomrú- vagy gyomorállatkáknak (Polygastrica, Magen-thiere). Az emésztő készülék egyéb részleteit tekintve, lényeges, különbség van a gyomorállatkák közt; ezek egyik részénél ugyanis (*bélnélküliek*, *Anentera*) a száj egyszersmind ürítő nyílásul is szolgál, tulajdonképi belők nincsen, hanem nagyszámú gyomraik láthatatlan finom csövecskékkel közvetlenül a szájjal közlekednek, s e szerint egész emésztő készülékük egy ernyős virágzat alakjával bír, melyen az egyes virágok helyét a hólyagszerű gyomrok foglalják el; ezek pedig egy közös pontban egyesülő kocsányaikkal, a láthatatlan finom csövekkel, a szájból indulnak ki. A gyomorállatkák másik főcsoportjának ellenben, finomsága miatt csupán nyeléskor kivethető, majd egyenes (*Orthocoela*), majd pörgén csavarodott (*Campylocoela*), majd patkóalakulag visszahajló (*Cyclocoela*) külön bélesővük van (*béllel bírók*, *Enterocela*), mely majd külön alfellel nyílik (*Ortho- és Campylocoela*), majd ismét a szájhoz visszavezet (*Cyclocoela*) s ezen, mint a bogyók az egyszerű fürtön, úgy lógnak egész lefutásában az elnyelt tápláléktól egymásután paszsirozott hólyagszerű gyomrok. A száj- és alfelnyílás helyének, valamint a száj és garat oddig egészen ismeretlen finomabb szerkezetének pontos kifürkészése EHRENBURG vizsgálatának bizonyára legfontosabb eredményei közé tartozik, mivel ezeknek ismerete nélkül az alakok tüzetes megkülönböztetése csaknem lehetetlen és számos esetben nem egyéb merő tapogatózásnál.

Az emésztőkészülék EHRENBURG szerint, némely ázalékállatkánál emésztő váladékot szolgáltató külön szervekkel van kiegészítve. A *Nassuláknál* — mondja¹ — egy egészen új szervrendszer lett láthatóvá, mely úgy látszik több másnál is, talán valamennyi gyomorállatkánál előfordul, csak hogy kevésbé tisztán vehető ki. Ezen szerv a *Nassuláknál* violaszínű s szemlátomást az emésztésre szolgáló, tehát az epéhez hasonló nedvnek elválasztását végezi, s a *Nassulákon* kívül, egészen így még csak a *Chilodon ornatus*-nál és a *Chlamydodon*-nál fordul elő; hozzá hasonló azonban a *Bursaria vernalis*-nél és *Tracheilius Meleagris*-nél is észleltetett, melyet a kerékállatkák

gyomrára lógó, gyakran hólyagszerű mirigyekkel lehet összehasonlítani. — Az emésztő üröcskéket kitöltő színes folyadék, mely halvány rózsaszíntől violaszínen át élénk kékig, a legkülönbözőbb színárnyalatokban változik, csakugyan megvan a *Nassulináknál*, melyek gyakran ugyanazon egyénben előforduló, különböző gyengéd színek által a legpompásabb látvánnyal kedveskednek; ha azonban ezen színek eredetét keressük, könnyen meggyőződhetünk arról, hogy biz' azok nem valamely külön mirigynek váladékai, hanem azon *Oscilluriáktól* erednek, melyekkel ezen ázalékállatkák csaknem kizárólag táplálkoznak s melyeknek kivont festőanyaga az emésztés alatt különböző színváltozásokon megy át. Ugyanily eredete van kétségkívül a *Chlamydodon Mnemosyne* és *Bursaria vernalis* (= *Cyrtostomum leucas* Stein, *Frontania leucas* Clap. et Lachm.) emésztőüröcskéiben foglalt színes folyadéknak; az *Amphileptusok* és *Tracheilius Meleagris* halvány rózsaszínű üröcskéi ellenben bizonyára lüktető üröcskéknél nem egyebek, melyeknek szintelen tartalma nem egészen achromatikus lencséken tekintve, halvány rózsaszínűnek látszik.

A valónak a költőtől való illetén szellemes kiegészítése útján megállapított, bonyolódott emésztőkészülék, melyhez az első eszmét talán MÜLLER-nek egy oda vetett megjegyzése szolgáltatatta,* EHRENBURG szerint, mint már említők, valamennyi gyomorállatkára jellemző; s ő előfordulásukat még azoknál is feltette, melyeknél, mint pl. a *Bacillariáknál*, *Oosteriumoknál* vagy a *Fibrío-féléknél*, nyomait sem láthatta, s kibúvó ajtóul az illető szervezeteknek szerfeletti parányiságára vagy vizsgálatának hiányosságára hivatkozott. EHRENBURG gondját természetesen azon körülmény sem kerülhette ki, hogy az általa kinyitott kibúvó ajtón gyomorállatkái közé kétségkívül könnyen becsempészhetők növények is, ezért alkalmat vesz egy helyen¹ tüzetesen tárgyalni azt, hogy miért nem tekinthetők a *Conjugaták* (*Spirogyrák*, *Zygnemák*) állatoknak!

Az emésztő készülék ily tökéletesnek képzelt fejlettségével megegyező, külön edényrendszer előfordu-

* MÜLLER ugyanis a *Kolpoda Meleagris* (= *Amphileptus Meleagris* Ehbg., *Lovophyllum M. Duj.*) leírásáról ezeket mondja: «Intra utrumque lineae longitudinales subtilissimae, ac versus postica in medio sphaerulae majores tres; hae in paucioribus conspicuae forte vices stomachi aut intestini agunt, haec enim viscera, dum vacua sint, in Bullariis et Planariis minus conspicua sunt.» 100.

¹ 339.

¹ 99.

lása sem lehetetlen, sőt valószínű, s EHRENBURG csakugyan feltette, hogy gyomorállatocskáinak, minthogy egyéb szervrendszereiknek a nagyobb állatokéival analog a fejlettségük, kell edényrendszerrel is bírniok, mely azonban, ezen szervezetek parányiságával arányos végtelen finomságú, s a vér szintelensége miatt, a rendelkezésünkre álló legerősebb nagyításoknál sem vehető ki.

EHRENBURG szerint az összes gyomorállatkák, úgyszintén a kerékállatkák is, himnősek. — A nagy szorgalommal kifürkészett részleteknek egészen téves magyarázása az ivarszerveket illetőleg is oda terelte EHRENBURG-et, hogy kifejlődött iverszerveket tulajdonítson gyomorállatkáinak. A női iverszervet valamennyi gyomorállatnál az egész testben szétosztott, nyilván hálózatot képező petefészek képviseli, mely maga, finomsága miatt, nem vehető ugyan ki, a benne képződő peték ellenben többé-kevésbé világosan kivehetők; petéknek tekintette ugyanis EHRENBURG a protoplazma-testnek igen különböző alak- s életteni értékű záradékait: a levélzöld-gömböcskéket s a festő anyagokat általában, paramylon-testecskéket s a protoplazma szemcséit; ezen képzelt peték pedig majd az alfelnyíláson át, majd ismét az elhalt gyomorállatka testének szétfolyásakor szabadúlnak ki.

A nőinél sokkal bonyolódottabb szervezetet tulajdonít EHRENBURG a him-ivarszervnek, mely egy vagy több heréből s egy vagy két ondóhólyagból áll.* Heréknek tekintti EHRENBURG a magokat, mely képletek általános előfordulásának kimutatása neki köszönhető. Némely *Euglenafélénél* (pl. az *Euglena spirogyránál*), melynek magja kikerülte figyelmét, a nagy paramylon-testeket véli a heréknek megfelelő «mirigyes szervek»-nek. A here, vagy herék láthatatlan finomságú vezetékekkel állanak egy, vagy több ondóhólyaggal összefüggésben, mely utóbbiak ütemesen lüktetve, a felvett ondót a peték megtermékenyítésére a testben szétosztják. Ezen sajátos lüktető ondóhólyagok persze nem egyebek, mint az úgynevezett lüktető üröcskék, melyek általános előfordulásának kifürkészése ismét EHRENBURG érdeme. A him-ivarszervek ilyenén bizzar felfogása EHRENBURG eredendő bűnében, a gyomorállatkák szervezetének a kerékállatkáéival való parallelizálásában s helylyelközzel homologizálásában leli magyarázatát. EHRENBURG

* A nagyobb számmal előforduló lüktető üreseknek EHRENBURG egészen önkényűleg gyomroknak tartotta (pl. az *Amphileptus*- és *Trachelius*-nem néhány képviselőjénél), míg az egyenként vagy párosan előfordulókat ondóhólyagoknak.

BERG ugyanis a kerékállatkák két vízedényének törzsét ondóvezetéknek, mellső testvégi gomolyos végeit heréknek, a lüktető hólyagot pedig, melybe a vízedények nyílnak s mely tartalmát időnkint lüktetve a kloakán át kiüríti, ondóhólyagnak tartotta s hamis homológiákra támaszkodva, jutott azután a gyomorállatkák him ivarszerveinek fennebbi csodálatos magyarázatára.

A viszonyossági szervek a fenntartási szervekkel megegyezőleg hasonlóképen magas elkülönüléseket mutatnak. A gyomorállatkák külső ingerek iránt legkevésbé sem közönyösek. Hőmérséki változásokra, idegen testek érintésére épen úgy reagálnak, tehát érzékenyek, mint a magasabb állatok; csillószőrökkel s fonalas orrmányaikkal (azaz ostoraikkal a mai terminologia szerint) szemlátomást tapogatnak. A fényt nagyobb részök felkeresi, míg más részök a homályt kedveli; a fényt tehát kétségkívül érzik. Tekintetbe véve már most azt, hogy számos *Flagellátnál* s néhány *csillószőrös ázalékállatkánál* (pl. *Ophryoglena*) a test mellső részén, ugyanazon helyen, hol magasabb állatok a szemet viselik, egy többnyire élénk rubinpiros, ritkán fekete (*Ophryoglena atra*), élesen körülírt gömbölyüded, vagy tojásdad folt található, mely alig különbözik a kerékállatkák, *Turbellafélék* s némely *Entomostracum* szemétől: bizonyára igen közel állt annak feltevése, hogy a kérdéses szervek valóságos látószervek, *szemek*. Minthogy pedig szem idegrendszer nélkül nem képzelhető: EHRENBURG szorgosan keresett a szemfolt mellett oly szervet, mely idegdúcznak volna tartható s meg is találta azt az *Amblyophis viridis* nevű *Aslasia*-félénél,¹ egy «mirigyes, gömbalakú tömeg» alakjában, melyen a piros szemfolt épen oly módon ül, mint a kerékállatkák és *Entomostracumok* agy-, illetőleg garatfeletti dúcán. Ezen szerv bizonyára nem egyéb, mint egy lüktető üröcske; EHRENBURG azonban idegdúcznak tartotta s ezen egyetlen hiányos észleletre támaszkodva, általánosított s kimondta, hogy a gyomorállatkák idegrendszerrel is bírnak, mely egy, vagy talán több elszórt dúczból áll s melyet a belőle eredő végtelen finom idegekkel együtt mindeddig nem sikerült valamennyinél kimutatni.

A helyváltoztató szervek pontosabb ismerete körül igen nagy érdemeket szerzett EHRENBURG. Valamennyi csillószőrös ázalékállatkánál (EHRENBURG *Enterodelei*) kimutatta a helyváltoztatáskor működő csilló-

szőröket s ezek nagyságára s elhelyezési viszonyaira vonatkozó pontos tanulmányai ha nem is egészen tökéletesek, de mindenesetre megtörték s kijelölték az útát a későbbi bűvárok sikeres haladására. A mai nap *Flagellata* név alatt összefoglalt véglények helyváltoztatása EHRENBURG előtt jó részt egészen misztikus, megmagyarázhatlan tűneménynek látszott; EHRENBURG szerencsésen választott módszerrel, tudniillik a véglényeknek gyors beszárítás által való fixálásával kimutatta, hogy a rejtélyes helyváltoztatást egy, vagy néha több, finom örvényző fonál, *ormány* (*Rüssel=ostor*) végezi. A *Peridinium*-féléknél az ostoron kívül még finom csillószőrök is fordulnak elő, melyek ezek testét közepett körülövezik. Pontosan leírja továbbá, hogy a *Proteus* szerűleg alakjokat folytonosan változtató *Amoeba*-félék nyúlós és összehúzódó testök bármely pontjából, lábak módjára működő nyulványokat, *állabakat* bocsátanak ki, s ezekhez hasonló módon az *Arcella*-félék is. A *Bacillariák* végre pánczéluak hosszirányú résén kitolt csigatalpszerű nyulványon csuszálnak; oly felfogás, melyet SCHULTZE MIKSA újabb vizsgálatai megerősítettek.

De vajjon mi lehet az, mi ezen szerveket mozgásban tartja? Ezen kérdésre EHRENBURG ismét egyes megfigyeléseken épülő általánosítás útján igyekezett egyéb felfogásával összhangzó feleletet adni, s természetesen ismét tévedett. Az összepattanó kocsnyú *Vorticella*-féléknél megkülönböztette a csöves kocsnyon végig húzódó összehúzódó szalagot, a *Stentoroknál* pedig az egész testet borító finomabb csillószőrök lefutásában fekvőket; ezen szalagok természetesen csak *izmok* lehetnek, s ezen alapon feltette, hogy a gyomorállatkáknak általában magasan kifejtett izomrendszerük van s hogy még a csillószőrök s ostorok is láthatlan finomságú izmoktól mozgattatnak.

A gyomorállatkák köztakaróját majd finomsága miatt szerkezet nélkülinek látszó, lágy, nyúlékony, majd ismét kemény, szarunemű s néha kovasav beleakódásától igen merev pánczél képezi, mely a *Bacillariáknál* s a *Peridinium*-féléknél jellemző finom szulpturával van ékesítve. Az elhalt gyomorállatok pánczéla gyakran egymagokra hatalmas közeteket képeznek s fontos szerepet játszanak a földkéreg alakulásában. Némely gyomorállatkák testét végre, különböző alakú, merev vagy rugékony, szarunemű hüvely vagy tok környezi.*

A gyomorállatkák, mint már említők, mindnyájan hímzősek, a nagyszámú petéken kívül azonban még sarjadzással és oszlással is szaporodnak, mely utóbbi szaporodási módnál majd haránt-, majd hosszirányban oszlanak ketté; a páronként hossz-tengelyök irányában összefüggő gyomorállatkák nincsenek közösülésben, mint miként LEEUWENHOEK s mások állították, hanem hosszirányú oszlásban, csupán a *Closterináknál* van *egybekelés* (*Copulatio*), melynek azonban valószínűleg nincsen ivari jelentősége.¹

A gyomorállatkák mesés szaporaságának illusztrálására számításokat tett EHRENBURG, melyeknek eredményei méltán bámulatra ragadták kortársait. «Mint-hogy egy *Vorticella* vagy *Bacillaria* egy óra alatt megszlik s közbe eső egy óra múlva ismét oszlik, tehát 3 óra alatt *egyből* 4, 5 óra alatt 8, 7 óra alatt *egyből* 16 lesz, lehetséges, hogy 24 óra alatt 4096 egyén lesz *egyből*, 48 óra, azaz 2 nap alatt pedig 8 millió s 4 nap alatt 140 billió. A bilini esiszoló palában körülbelől 41,000 millió *Gallionella* tesz 1 köbhüvelyk, tehát mintegy 70 billió egy köbláb (1728 köbhüvelyk = 1 köbláb) követ. E szerint lehetséges volna, hogy egyetlen állatoeska, csupán önoszlással 4 nap alatt 2 köbláb követ képezzen. — Az Infusoriumoknak az önoszlás útján történő szaporodás oly megmaradást és elterjedést biztosít a tengerben és levegőben, mely az egyének elpusztulásának minden lehetséges arányát ellensúlyozza s mely elég költséges halhatatlansággal s örök ifjúsággal határos. Képzeliük, hogy mi magunk számtalan mindig új részre oszlunk, hogy számtalan évig éljünk s ifjak maradjunk.»² Ezen óriási számokhoz vezető ivartalan szaporodáshoz hozzájárul még a tömérdek, apró petéknek tartott szemecskék útján történő szaporodás; minthogy pedig ezen végtelen parányi petéket a kiszáradt pocsolyákból a légáramlások könnyen széthordják s mindenhova szét-szórják: könnyen megmagyarázható az ázalékállatkáknak a folyadékokban való gyors megjelenése, s nem szükséges a generatio aequivoca feltevéséhez fordulni. Ezen alapra támaszkodva, EHRENBURG a szülék nélkül való elsődleges keletkezést egész határozottsággal elvetendőnek tartotta.

hiányára nagy súlyt fektet, a pánczél kifejezést azonban nem használja következetesen, a mennyiben majd a szilárd köztakarót, majd ismét a testtől elálló hüvelyt, tokot nevezi pánczélnak.

¹ 89.

² XIII.

* EHRENBURG rendszerében a pánczél jelenlétére vagy

EHRENBERG a gyomorállatkák szervezeti viszonyaira a következő, 22 családban 123 nemet s 553 fajt tartalmazó rendszert alapítja:

Ehrenberg rendszere (1838).¹

Polygastrica, gyomorállatkák.

Bélnélküliek, Aenetera.	Függelék (láb) nélküliek, <i>Gymnica</i> :	testalak állandó,	tökéletesen (egészen) oszlók,	pánczéltalanok	1. <i>Monadina</i> .
			oszlók,	pánczélosak	2. <i>Cryptamonadina</i> .
		tökéletlenül (részben) oszlók (Monas-telepek),	minden irányban oszlók, pánczélosak (gömbképződés)...	pánczéltalanok egy irányban oszlók (fonálképződés),	3. <i>Volvocina</i> .
					4. <i>Vibrionia</i> .
	Változó lábúak, <i>Pseudopoda</i> :	testalak	pánczélosak	pánczéltalanok	5. <i>Closterina</i> .
		változó,	pánczéltalanok	pánczéltalanok	6. <i>Atasiea</i> .
		pánczéltalanok	pánczéltalanok	pánczéltalanok	7. <i>Dinobryina</i> .
		pánczéltalanok	pánczéltalanok	pánczéltalanok	8. <i>Amoebaea</i> .
	Szőrözöttek, <i>Eptatricha</i> :	pánczéltalanok	sok részre osztott láb egyetlen nyílásból	egyszerű (nem osztott) láb egyetlen nyílásból, vagy a számos nyílás mindegyikéből	9. <i>Arcellina</i> .
					10. <i>Bacillaria</i> .
Béllel ellátottak, Enterodela.	Közös száj- s alfelnyílással, (Egy nyílásnak) <i>Anopisthia</i> :	pánczéltalanok	pánczéltalanok	pánczéltalanok	11. <i>Cyclidina</i> .
					12. <i>Peridinacea</i> .
	Ellenes állásu (száj-alfelnyílással), <i>Enantiotreta</i> :	pánczéltalanok	pánczéltalanok	pánczéltalanok	13. <i>Vorticellina</i> .
					14. <i>Ophrydina</i> .
	Változó helyzetű száj-alfelnyílással, <i>Allotreta</i> :	pánczéltalanok	pánczéltalanok	pánczéltalanok	15. <i>Enchelina</i> .
					16. <i>Colepina</i> .
	Hasoldali száj- s alfelnyílással, <i>Catotreta</i> :	pánczéltalanok	pánczéltalanok	pánczéltalanok	17. <i>Trachelina</i> .
					18. <i>Ophryocercina</i> .
	Változó helyzetű száj-alfelnyílással, <i>Allotreta</i> :	pánczéltalanok	pánczéltalanok	pánczéltalanok	19. <i>Aspidiscina</i> .
					20. <i>Colpoda</i> .
	Változó helyzetű száj-alfelnyílással, <i>Allotreta</i> :	pánczéltalanok	pánczéltalanok	pánczéltalanok	21. <i>Oxytrichina</i> .
					22. <i>Euplota</i> .

¹ p. **

A véglények ismeretére MÜLLER O. FR. tette meg az első nagy lépést, EHRENBERG pedig az újabb kort inauguráló másodikat; mindkettő az utókor hátláját érdemelte ki fáradságos vizsgálataival, melyekkel a tudományt gazdagította; mindkettő nagy számú új alakot s tömérdek előtte ismeretlen szervezeti részletet fedezett fel, írt s ábrázolt le pontosan; mindkettő szerencsés felfedező, de nem mindig szerencsés értelmező, mert felfogásukban sarkalatos hibákat mutatott ki az utókor. Az úttörők tévedései ezek, melyek a tudomány azon álláspontján, melyre MÜLLER és EHRENBERG támaszkodhattak, alig voltak elkerülhetők; már pedig a tudomány minden terméke igazságosan csakis azon kor tudományos álláspontjából ítélhető meg vagy el, mely azt teremtette, s tagadhatatlan, hogy EHRENBERG mainap kalandosoknak látszó felfogásai azon időben, mely azokat

létrehozta, melynek a sejtről s a magasabb állatok s növények szöveti összetételéről, valamint az alsóbb állatok bonczatanáról csak töredékes és homályos, a legalsóbb növények alaktani s fejlődéstani viszonyairól pedig még jórészt épen nem voltak ismeretei, nem ellenkeztek az uralkodó nézetekkel, sőt azokhoz teljesen hozzáillettek. Új tanok csak azon esetben tarthatnak számot elfogadhatásra, ha a kor tudományos nézeteivel nem ellenkeznek, ha úgyszólván maga a kor szellem teremtette azokat. EHRENBERG-nek az ázalékállatkák magas szervezetét hirdető tana ily természetű, s ezért fogadtatott csaknem minden oldalról osztatlan lelkesedéssel s talált közhitelre. Tantermek, tan- és kézikönyvek, tudományos-, népszerűsítő- és családi folyóiratok, valamint a napisajtó elragadtatással hirdették EHRENBERG új tanát s dicsőítették az ünnepeit férfiut, ki felfedezte, hogy az embertől

a legparányibb Monasig mindenütt magas szervezet van.* Nem maradt el végre a tudósok azon fajtája sem, mely sietni szokott mások felfedezéseit utándolgozás útján megerősíteni; ezek hangosan hirdették, hogy önálló kritikai buvárkodásuk meggyőzte EHRENBURG tanának helyességéről! Nem hiányoztak azonban egyes mélybelátású természetbúvárok sem, kik EHRENBURG magas szervezetet hirdető tana ellen azonnal, lelkesült felkarolásának első idejében szót emeltek s EHRENBURG nagy tekintélyével szemben az ázalékállatkák szervezetére vonatkozó ellenkező felfogásukat lassanként érvényre emelték s a mainap uralkodó nézeteknek útát törtek.

Ezek között az első hely kétségkívül DUJARDIN FELIX, rennesi tanárt illeti meg, ki 1835-től kezdve több kisebb értekezésben, 1841-ben pedig az összes ázalékállatkákra kiterjedő s önálló búvárlatokra támaszkodó nagy munkájában a legnagyobb határozottsággal szállt síkra EHRENBURG felfogása ellen, s magának a legalsóbb lényekkel foglalkozó tudományszakban dicsőséges nevet biztosított.

A fennebbieken érintém, hogymár a múlt században ismeretesek voltak bizonyos *Rhizopodok*, illetőleg ezeknek csinos mészhéjai, melyeket BREYN 1732-ben *Polythalamia* névvel jelölt.¹ A csigák és bizonyos élő és kihalt kephalopodokéira (*Nautilus*, *Ammonites*) emlékeztető parányi héjacsákat lakó ezen lények szervezetéről a régibb búvárok semmi biztosat sem tudtak ugyan, hanem azért feltették, hogy nem lehetnek egyebek, mint igen parányi csigák; D'ORBIGNY volt az első, ki 1826-ban legelőször írta le a héjak lakóit s azokat parányiságuk mellett is, a kephalopodok jellemző szervezetével bíró valószínű *lágystestűeknek* (*Mollusca*) állította, melyeket apró likacsoktól áttört héjaiktól kölcsönzött névvel *Foraminifereknek* nevezett.² Kilencz évvel D'ORBIGNY-nek nem mindennapi fantáziáról tanuskodó leírása után DUJARDIN

* EHRENBURG felfedezéseinek magyar nyelven adott legelső (s talán egyedüli) ismertetése, tudtommal, a Kolozsvárt megjelent *Természetbarát* 1846. évi folyamában foglaltatik, melyben GÁSPÁR JÁNOS EHRENBURG előadásai után 4 cikkben tárgyalja EHRENBURG vizsgálatainak eredményeit. (A láthatatlan munkáló létműves (organicus) élet, vagy az ázacsvilág, (Infusorienwelt). Egy képpel. Természetbarát, természettudományi folyóirat. Szerkeszték BERDE ÁRON és TARÁCS JÁNOS. Kolozsvárt. 1846. I. évfolyam. 5. 6. 7. és 9. sz.)

¹ Dissertatio de Polythalamii, nova testacearum classe. Gedani, 1732. Conf. SCHULTZE. Polythalamien.

² Tableau methodique de la classe des Céphalopodes. Ann. d. scienc. natur. Tom. VII. Conf. SCHULTZE, Polythalamien. 1.

ENTZ G. Vég-lények.

azon közleményt tette,¹ hogy a franciaországi par-
tok élő Foraminiferein tett vizsgálatai arra az eredményre vezették, hogy a Foraminiferek legtávolabbról sem bírnak azon magas szervezettel, melyet D'ORBIGNY nekik tulajdonít; ellenkezőleg úgy áll a dolog, hogy a haránt válaszfalaktól egyes rekeszekre, kamarákra osztott likacsos héj, külön szerveket magában egyáltalában nem foglaló, nyálkás élőállományból áll, mely a héj likacsain át finom, fonalas, elágazó nyulványokat bocsáthat ki, melyek visszahúzódva, nyomtalanul elenyésznek. «Az igen finom fonalak (az üvegen mászó *Polythalamoknál*) lassan nyomulnak előre egyenes vonalban az üveg felületén; az előbbi után szakadatlanul új tömeg foly, mely szabálytalan golyócskákka kevert, s ezek a fonál átmérőjének egyenlőtlen vastagságot adnak; a fonál lassanként megvastagodván, oldalt ágakat bocsát ki, melyek épen úgy növekednek, mint az első; csakhamar megszűnik a hozzáfolyás s a mozgás megfordul, a fonál visszahúzódik s végre az állatnak közös alapállományába olvad be, hogy más nyulványnak képződésére szolgáljon. Ezen fonalakat nem lehet valódi tapogatóknak tekinteni, egyszerű állati ősalomány az, mely mintegy gyökerek módjára terjed ki s tolja magát odább». — Hogy az ily egyszerű, állandó szervek nélküli, élőnyálkából álló lényeket nem lehet a lágystestűek (*Mollusca*) közé, vagy bármely más magasabb állatesoportba beiktatni, ez nem szorúl hosszas bizonyítgatásra, s DUJARDIN külön csoport képviselőinek tekintette, melyet előbb a héj egymásfeletti rekeszeinek jelölésére *Symplectomeres*, később pedig, miután nem rekeszelt héjúakat is felfedezett, gyökérszerű, változó nyulványaik után *Rhizopedes*, azaz *gyökérlábú* névvel jelölt s az ázalékállatkák közé osztott be.

DUJARDIN-t az ázalékállatkákra kiterjesztett folytatólagos vizsgálatai azon fontos eredményre vezették, hogy az összes ázalékállatkáknak, — úgy mint a *Rhizopodok*nak teste egyszerű szervek nélküli állati ősalomány, melyet *sarcodének* nevezett.² A *sarcode* — DUJARDIN szerint — kisebb-

¹ Bulletin de la société des sciences de la France. No. 3. 1835. kivonatban: Ann. de sciences natur. 1835. 2. ser. Tom. III. 108. Conf. SCHULTZE, Polythalamien, 2. Továbbá folytatott vizsgálatainak eredménye: Annales des sciences natur. 1835. Tom. III. 312.

² Recherches sur les organismes inferieures. Ann. des sciences natur. 1835. Tom. V. 343. Továbbá 1841-ben kiadott nagy munkája.

nagyobb szemecskéket, rögöcskéket tartalmazó, de alapjában egynemű, átlátszó, a fényt a víznél erősebben, de az olajnál sokkal gyengébben törő, ideg nélkül ingerlékeny, izmok nélkül összehúzódó, rugalmas, nyálkás állomány. — Azaz: a *sarcode* azon élőállomány, melyet a növénysszövet-búvárok a növényi sejtekben a VON MOHL HUGÓ ajánlotta¹ kifejezéssel már 1846 óta, az állatszövet-búvárok pedig SCHULTZE MIKSA kezdeményezésére² 1863 óta *protoplazmának* (cytoplasma KÖLLIKER, bioplasma BEALE) neveznek.*

A *sarcode* az ázalékállatkák egy részénél, t. i. a Rhizopodoknál, melyekhez EHRENBURG *Arcellaféléi* is tartoznak, valamint a közel rokon *Amoeba*- vagy *Actinophrys*féléknél, felületén csupasz, azaz hártya nem burkolja azt; s ennek megfelelőleg ezek különböző alakú ideiglenes nyulványokat, *állábakat* képesek kitolni, mit tenni a többi ázalékállatkák, t. i. a *Vibriofélék* s az ostoros és csillószőrös ázalékállatkák, levén *sarcode*-testök vékonyabb vagy vastagabb hártyával burkolva, épen e miatt nem képesek.

Azon világos gömböknél, melyek az ázalékállatoknál az elnyelt táplálékot befogadják s melyeket EHRENBURG egy bonyolódott emésztőkészülék állandóan előforduló kiegészítő részeinek tekintett, a valószínűleg teljesen megfelelő igen egyszerű magyarázatát adta DUJARDIN. Nem egyebek ezek, mint a *sarcode*-ban fellépő ideiglenes, saját falat nélküli *üröcskék* (*vacuoles*), melyek oly módon jönnek létre, hogy az ideiglenes vagy állandóan előforduló szájnnyíláson át a *sarcode*-test belsejébe nyomult szilárd táplálék s a behabart víz a lágy *sarcode*-ben öblöket, üröket váj ki, melyeknek képződését indigóval vagy karminszemecskékkel való táplálásnál közvetlenül meg lehet figyelni. — A *Paramecium*-nál, *Kolpodánál* vagy *Vorticellánál* például, igen világosan látható, mily módon váj ki magának a karminszemecskéket tartalmazó behabart víz a garat alsó nyílt végén a *sarcode*-ban egy kezdetben orsóalakú, később elgömbölyödő üröcskét, mely bizonyos nagyságot elérvén, a garat végéről leválik, a *sarcode*-ba tovább nyomul s egy újabb képződő üröcskétől mindegyre odább és odább tolatik; ** épen így meglehet arról is közvetlenül

győződni, hogy ezen üröcskék nem függenek a képzelt bélsón vagy a száj alatt, hanem egészen szabadok, s a *sarcode* összehúzódásai alkalmával majd ide, majd oda tolatnak, s hogy nem praformált hólyagok, ezt kézzelfoghatólag bizonyítja az, hogy két vagy több üröcske egymással egy nagyobbba összefolyhat. — Ezen pontosan ellenőrzött megfigyelésekre támaszkodva, egész határozottsággal állítható DUJARDIN, hogy az EHRENBURG-tól leírt sokgyomrú emésztőkészülék nincs meg.

Az összehúzódó hólyagocskákat, vagy lüktető üröcskéket, melyeket EHRENBURG ondóhólyagoknak deklarált, DUJARDIN a *sarcode* kéregrétegében levő üröcskéknél tekinti (*vacuoles contractiles*, *vesicules contractiles*), melyek felváltva vizet vesznek fel s ürítenek ki, s mint első felfedezőjük, SPALLANZANI, gyanította, a lélekzés szolgálatában állanak.

Hogy edényrendszer, mely EHRENBURG szerint csupán végtelen finomsága miatt nem vehető ki, fizikai okokból képzelhetetlen a parányi testű ázalékállatkáknál, ezt megdönthetetlen érveléssel bizonyítja DUJARDIN « — A folyadék, — mondja,¹ — még erős nyomás alatt is megszűnik folyni oly kapilláris csőben, melynek átmérője eléggé kicsiny. Oly állatoknál azonban, melyeknek szíve a legerőteljesebb, a legvégső hajszáledények még legalább $\frac{1}{150}$ milliméter átmérőjűek: fel akarnánk-e tehát még tenni $\frac{1}{10}$ milliméternyi ázalékállatkáknál $\frac{1}{100000}$ milliméternyi edényeket? »

Valamint edényrendszer nem tehető fel az ázalékállatkáknál, ép oly kevéssé érzi magát DUJARDIN indítatva ideg- és izomrendszer feltevésére; a *sarcode*t, azon állományt, mely az ázalékállatkák testét képezi, épen azon élettani tulajdonság jellemezi, hogy idegek nélkül is ingerlékeny s izmok nélkül összehúzódó. — A protoplazmáról szóló mai felfogás ugyancsak ezen tételt vallja.

DUJARDIN nem zárja ki annak lehetőségét, hogy az ázalékállatkák ivaros úton is szaporodhatnak; az egyedül biztosan ismert szaporodási módot azonban egyedül az osztás képviseli. Az EHRENBURG-tól leírt bonyolódott ivarkészülék bizonyára nincs meg. Hogy a *sarcode*-ban előforduló majd színes, majd színtelen szemecskék, melyek a *sarcode* szétfolyásakor szabaddá lesznek s szétszóródnak, petéket képviselnek, oly egé-

¹ Vermischte Schriften botanischen Inhaltes. 1846.

² Das Protoplasma etc.

* Nem hagyhatom e helyen említés nélkül, hogy a véglények *sarcode*-ját PERTY már jóval SCHULTZE előtt (1852) nevezte protoplazmának. (Die kleinsten Lebensformen. 56.)

** Ezen nyelési és üröcskézési folyamat igen élet-

hűen van visszaadva DUJARDIN nagy munkájában a 4. 8. 14. és 16. táblákon.

¹ 24.

szen önkényes feltevés, melynek helyességét egyetlen észleleti adat sem támogatja. Az EHRENBURG-tól heréknek tartott képleteket, melyek a sarcodé szétfolyásakor hosszabban ellentállanak a víz behatásának, számos ázalékállatkánál DUJARDIN is ismerte ugyan; mivel azonban élettani feladatukat ép oly kevésbé sikerült megoldania, mint EHRENBURG-nak, az objektív bűvár óvatosságával tartózkodik a képletek feladatának találgatásába való becsátkozástól. Hogy EHRENBURG-nak a lüktető üröcskék feladatát magyarázó, semmi megfigyelésre sem támaszkodó, kalandos nézetét DUJARDIN egészen elvetette, ezt már a fennebbiekben feleltem; s úgy hiszem, mainap nem szenved kétséget, hogy az ezen szervek feladatára vonatkozó SPALLANZANI-DUJARDIN-féle nézet sokkal közelebb áll a valóhoz, mint az EHRENBURG-é.

DUJARDIN az ázalékállatkák körét szűkebbre vonta, mint EHRENBURG. A kerékállatkákat, mint már említém, EHRENBURG is elválasztotta ugyan az ázalékállatkáktól, azaz gyomorállatkáktól, ennek dacára azonban mégis azon végzetes hibába esett, hogy az ázalékállatkák tanulmányozásánál folytonosan a kerékállatkák magas szervezetét tartotta mintegy mintakép gyanánt szem előtt. DUJARDIN-nak eléggé alig méltányolható kiváló nagy érdeme abban van, hogy ezen végzetes hibát szerencsésen elkerülte; s ha a mainap is kétes helyzetű, de bizonyára nem a véglények közé tartozó *Ichthydiumféléket*, mint a kerékállatkákhoz (*Systolides Duj.*) vezető átmenetet, ideiglenesen a *Coleps* szomszédságába, a részarányos testű ázalékállatkák közé sorozta, ezen ellentmondás abban leli magyarázatát, hogy, DUJARDIN az *Ichthydiumok* szervezetével egyáltalában nem volt tisztában. EHRENBURG *Closterinait* és *Bacillariait*, azaz a *Desmidiaceákat* és *Diatomeákat* DUJARDIN egészen kiküszöbölte az ázalékállatkák közül; ő volt ellenben az első, ki a *Spongiákat*, mint *Amobák- és Monasokból alakult telepeket*, függelék gyanánt az *Amoba- és Monasfélék* mellé sorolta.¹ Oly felfogás ez, mely tudvalevőleg, egy ideig általánosan elfogadtatott, később ellenben, minthogy a folytatott buvárlatok a Spongiák és Coelenteratok közötti rokonsági viszonyok felismerésére vezettek, elvettették, bár mainap is vannak illetékes védelmezői, mint CLARK, legújában pedig STEIN.² Különben, véleményem szerint, a két nézet legkevésbé sem zárja ki egymást okvetle-

nül; mert hiszen a Spongiák a mellett, hogy a Coelenteratok legalsóbb osztályát képviselik, más irányban a véglényekkel is szoros és benső rokonságban állhatnak, s legegyszerűbb alakjaik azon, legyen szabad mondanom, első kísérleteket képviselhetik, melyek az egysejtű lények, Protozomok, laza, polymorph telepeitől a szorosabb összefüggésű sejtállamot képviselő Metazomokhoz vezetnek át, mely phylogéniai tekintetben igen nagyfontosságú tétel eldöntése további speciális tanulmányoktól várható.

DUJARDIN vizsgálataira támaszkodva, külön rendszert állított fel, melynek 21 családja (21-diknek véve részarányos testalakú ázalékállatkáit), kétségkívül sokkal természetesebben van csoportosítva, mint EHRENBURG családjai, mi az osztályzási alapjellemek (általános testalak, helyváltoztató szervek) éles ítélettel való kiszemelésének tulajdonítandó s az állatországba sorolt véglények három főcsoportja: *Rhizopoda*, *Flagellata*, *Ciliata* voltaképen már megvan DUJARDIN rendszerében.

Dujardin rendszere (1841).

1.) Nem részarányos, asymmetricus testű ázalékállatkák.

I. REND.

Látható helyváltoztató szervek nélkül.

1. Család. *Vibrionina*.

II. REND.

Változó nyúlványokkal (állábakkal).

§. 1. Nyúlványok összehúzódók, egyszerűek, vagy gyakran elágazók.

2. Család. *Amoebina*.

3. Család. *Rhizopoda*.

§. 2. Nyúlványok igen lassan összehúzódók, mindig egyszerűek.

4. Család. *Actinophryna*.

III. REND.

Egy vagy több helyváltoztatásra szolgáló ostoralakú főnállal. Száj nélkül.

§. 1. Burok nélkül.

5. Család. *Monadina*.

§. 2. Burokkal.

* Csoportosak. Lebegők vagy rögzítettek.

6. Család. *Volvocina*.

7. Család. *Dinobryna*.

** Egyenként élők. Úszók.

8. Család. *Thecamonadina*.

9. Család. *Euglinina*.

10. Család. *Peridinina*.

IV. REND.

Csillószőrűek, összehúzódó burok nélkül. Úszók.

* Pánczéltalanok.

¹ 305. 306.

² III. 10.

11. Család. *Enchelyna*.
12. Család. *Trichodina*.
13. „ *Keronina*.
- ** Pánczélosak,
14. Család. *Plascomina*.
15. „ *Ercilina*.

V. REND.

Csillószőrösök, laza, hálózatos, összehúzódó burokkal, vagy legalább a csillószőrök soronként való elhelyezése utal burok jelenlétére.

* Mindig szabadok.

16. Család. *Leucophryna*.
17. „ *Paramicina*.
18. „ *Bursarina*.

** Rögzítettek, még pedig vagy akaratlagosan, vagy külön szervek által.

19. Család. *Urceolarina*.
20. „ *Vorticellina*.

B) Részarányos, symmetricus ázalékállatkák.

* Különböző typus egymásközötti viszony nélkül.

- *Planariola*.
- *Coleps*.
- *Chaetonotus*.
- *Ichthydina*.

DUJARDIN-nak, mint az előadottakból kivehető, nagy érdeme abban áll, hogy minden preokkupált vélemény nélkül hatolt be a parányi világ rejtélyeibe, s ennek alapján EHRENBURG-nek sokat bámult s lelkesedéssel fogadott nézete ellen higgadt objektivitással bátran síkra szállott. A tudomány mai álláspontjáról visszatekintve, határozottan mondhatjuk, hogy az ázalékállatkák szervezetének helyes felfogása nem a különben nagyérdemű berlini tudós dicsősége, hanem «azon párisi fiatal emberé, — miként EHRENBURG méltó ellenesét kicsinylőleg nevezi,¹ — ki oly elítélőleg tolta fel magát az ázalékállatkák szervezetének elleneséül.» Másrészt azonban ki kell emelnünk, hogy DUJARDIN két irányban lött túl a célzon: az elsőben azzal, hogy az ősallománynak — a sarcodénak — minden finomabb szervezettségét tagadta, s ezzel az ázalékállatkáknak a valódinál egyszerűbb szervezetet tulajdonított; a másodikban pedig azzal, hogy a belférgeknek s Hydroidoknak testét szintén egyszerű sarcodéból alakultnak állította, mi által az ázalékállatkák és a szövetekből alakult Metazoomok között levő éles határt lerontotta.

EHRENBURG felfogása ellen DUJARDIN-tól egészen függetlenül, lépett fel FOCKE WALDEMAR, RYMER JONES, MEYEN és VON SIEBOLD.

FOCKE, ki különben még 1847-ben megjelent munkájában¹ igen szorosán csatlakozik EHRENBURG-hez s még a *Desmidiaceákat* s *Diatomaceákat* is a sokgyomrú állatkák közé sorolja, s EHRENBURG-nek a magas szervezetről szóló tanát egészben helyesnek s csupán egyes tévesen felfogott részleteiben tartja módosítandónak, a német természetbúvároknak 1835-ben Bonnban s 1842-ben Mainzban tartott vándorgyűlésen² azt az igen érdekes, azóta minden ez irányban bűvárkodótól megerősített közleményt tette, hogy a *Paramecium Bursariánál* s egy *Vaginicolánál* (nyilván *Vaginicola cristallina*) a test belsége szabályos körkörös keringésben van, melyben a felvett indigórészecskék ép úgy részt vesznek, mint azon zöld gömböcskék, melyeket EHRENBURG petéknek tartott, mely észlelet egy sokgyomrú bélkészülék jelenlétét egészen kizárja. A *Paramecium Aureliánál* észlelt ugyanily körkörös keringésről tett jelentést RYMER JONES az angol természetbúvároknak 1838-iki newcastlei gyűlésén.⁴ EHRENBURG a két bűvartól leírt egészen azonos észleletet két különböző hipotézissel igyekezett felfogásával összhangzásba hozni. FOCKE ellenében azt állítja ugyanis, hogy a szemecskék keringése csak látszólagos: «Ép oly tévedés ez a látottnak megítélésében, mint a gyermekek olló- és fogójátékánál, melynél úgy látszik, hogy a hálószerűleg összekötött ollókarokra erősített fácskák vagy házak helyeket változtatják, a nélkül, hogy valódi és rögzített helyökből némileg is kitérnének.»⁴ RYMER JONES ellenében ellenben a newcastlei gyűlésen, melyen személyesen részt vett, azon új hipotézishez folyamodott, hogy az ázalékállatkák bele néha a gyomrok rovasára annyira kitágulhat, hogy az egész testűrt kitölti, s ez esetben az elnyelt tápszerek, melyek gyomorzaecskókhoz igen hasonlítanak, az egész testben keringeni látszanak.⁵

Ugyanezen idő körül MEYEN a *Parameciumon* és *Vorticellaféléken* tett vizsgálatokra támaszkodva, igen pontosan írta le⁶ a nyelést s a test belséjébe jutott tápszereknek tovatolását. MEYEN egészen a DUJARDIN-féle felfogáshoz csatlakozik s a sok-

¹ Physiologische Studien.

² Conf. Isis. 1836. p. 785, és Amtl. Bericht über die 20. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Mainz. 1842. p. 227. Stein I. 28.

³ A A P. (1839) 80.

⁴ STEIN. I. 29.

⁵ STEIN. I. c.

⁶ A A P. (1839) 75.

gyomrú bélkészülék létét tagadja; szerinte az ázalékállatkák nyálkás állománytól kitöltött hólyagocskák, melyek bizonyos tekintetben a növényi sejtekkel egyeznek meg.

Az ázalékállatkák morfológiai értékének biztos alapra való fektetésére a legfontosabb lépést kétségkívül von SIEBOLD tette meg, a már MEYEN- és OWEN-¹ től futólagosan érintett eszmének határozott kifejtése által, mely hivatva lön, hogy a véglények szervezetét a biológiának mai aaptanával, a SCHLEIDEN és SCHANN lángszellemétől épen megteremtett sejtelmélettel összhangzásba hozza. SIEBOLD a gerincztelen állatok összehasonlító boncztanát tárgyaló kitűnő s mai nap is nélkülözhetetlen kézikönyvében,² a kézikönyv természetével megegyező rövidséggel tárgyalja ugyan az ázalékállatkák szervezeti viszonyait, mindamellett világos és határozott vonásokkal adja elő az ázalékállatkák szervezetéről vallott nézetét, mely egészben véve DUJARDIN-éval megegyezik; csak a lüktető üröcske feladatára nézve tér el DUJARDIN-től, a mennyiben ezen szervet, miként, mint fennebb előadtam, már a múlt században GLEICHEN, a keringési rendszer kezdetleges szervének tekintette, mely felfogásban később SIEBOLD tanának legelkeseredettebb ellenesei, CLAPARÈDE és LACHMANN is osztoztak. Ellentétben DUJARDIN-nal, ki az EHRENGERG-től heréknek tartott képletek előfordulására nem nagy súlyt fektetett, SIEBOLD arra utal, hogy a legtöbb ázalékállat és gyökérlábú belsejében van egy élesen körülírt tömöttebb test, melyet magnak (nucleus) nevez; ennek belsejében, vagy mellette pedig elég gyakran egy kisebb testecske, a magocska vagy magtestecske (nucleolus) van; s a sejtelmélet álláspontjából igyekezvén meghatározni az ázalékállatkák s gyökérlábúak alakotani értékét, arra az eredményre jut, hogy azok egyetlen sejtnek felelnek meg. Ezen *Protozoa* elnevezés alatt összefoglalt egysejtű állatokat a gerincztelenek (Arthropoda, Mollusca, Vermes, Zoophyta = Coelenterata et Echinodermata Leuckart) külön főcsoportjának (Hauptgruppe) képviselői gyanánt tekinti, melyek az állatország legelső lépcsőjén foglalnak helyet. SIEBOLD szerint, az állatok ezen végső főcsoportjába tehát oly állatok tartoznak, melyeknél a szervek különböző rendszerei nincsenek élesen kiválva, s melyeknek szabálytalan alakja

s egyszerű szervezete egy sejtre redukálható.¹ Mióta SCHWANN a növények és állatok szöveti és fejlődési megegyezését kimutatta, — mondja találóan SIEBOLD, — nem okozhat többé megütközést, hogy a legalsóbb növényi és állati szervezetek összetételökre nézve egy egyszerű sejttel egyeznek meg.²

SIEBOLD fellépése idejében a legalsóbb növények szaporodásának ismeretét a legnagyobb fontosságú felfedezések gazdagították, melyek SIEBOLD-ra a Protozomok csoportjának körülírásában lényegesen befolytak. NEEDHAM és BUFFON, GIROD CHANTRANS s INGENHOUSSE már a múlt század végén ismerték és ismertették, hogy bizonyos moszatfonalakban néha kis gömbök képződnek, melyek a fonálból kiszabadulván, a zöld ázalékállatkáktól semmiben sem különböznek s mint ezek, látszólag egészen szabad akarat szerint, fürgén úszkálnak; sőt INGENHOUSSE azt is megfigyelte, hogy a *Conferva rivularis* ezen állatnemzedékéből ismét moszatfonalak fejlődnek. Hasonló észleleteket közölt BORY DE ST. VINCENT 1800-ban, MARTENS 1805-ben; TRENTÉPOHL pedig 1807-ben a *Vaucheria clavata* bunkósan duzzadt fonálvégeiből aránylag nagy, zöld ázalékállatkákhoz hasonló mozgótesteket látott kiosonni, melyek egy ideig tartó úszkálás után az edény szélére gyűltek, s mozgásuk megszűntével lassanként *Vaucheriákká* nőttek ki. TRENTÉPOHL észleleteit 1814-ben NEES VON ESENBECK megerősítette. Majd GRUITHUISEN, GAILLON, HOFFMANN, BANG, AGARDH, MEYEN, ROTH, CHAUVIN, TREVIRANUS és KÜTZING tettek hasonló észleleteket a *Draparnaldia plumosa*, *D. conglomerata*, *Ulothrix zonata*, *U. compacta*, *Conferva rivularis*, *C. annulina*, *Ectocarpus tomentosus*, *E. siliculosus*, *Enteromorpha clathrata*, *Bryopsis arbuscula*, *Saprolegnia ferax* fajokhoz tartozó moszatokon.³ Ezen észleletek csodálatos módon hosszú ideig nem vezettek azon igazság határozott felismerésére, hogy a moszatok egy része (az ú. n. *Zoosporeák*) szabadon mozgó spórák, azaz: mint mai nap mondjuk, *rajzósprórák* (*Zoocarpa Bory*, *Sporidia Agardh*, *Gonidia Kützinger*, *Sporozoida Solier*, *Zoospora Decaisne*) által szaporodik.

¹ 3.

² 7.

¹ The Edinburgh new philosophical Journal Nr. 69. (1843.) 185. Conf. SIEBOLD, Bericht. A A P. (1845) 116.

² Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. I. Berlin (1845—48) 8—25.

³ Conf. EHRENBURG, 65, 108, TREVIRANUS, Physiologie der Gewächse. I. Bonn (1835.) 20. Dictionnaire universelle d'histoire naturelle. X. Paris. 1849. CAMILLE MONTAGNE Phycologie című cikke.

UNGER, Die Pflanze im Momente der Thierwerdung. Wien (1843) II. és XIV. Brief.

STEIN III. 12.

Vagy egészen téveseknek tartották azokat, — s INGENHOUSS méltán panaszkodik, hogy némely természetbúvár annyira meg van győződve a dolog lehetetlenségéről, hogy megvizsgálására még csak fáradságot sem vesz magának,¹ — vagy pedig könnyelműen úgy magyarázták, hogy a moszatok bizonyos körülmények között ázalekállatkákká s ezek ismét moszatokká változhatnak, mely felfogás ellen EHRENBURG méltán emelt erőlesen szót.²

UNGER, ki már 1827-ben foglalkozott a *Vaucheria clavata* szaporodásával, szintén nem jutott elődeinél sokkal több eredményre, s csak 1842-ben, midőn a *Vaucheria* tanulmányozását ismét megkezdette, sikerült kitűnő PLÖSSEL-féle mikroszkópjának erős lencsái alatt a jóddal megölt rajzospórák egész felületén finom csillószőröket felfedezni s konstatálnia, hogy ezen rajzók a csillószőrös ázalekállatkákkal, valamint a *Hydroidoknak* és *Medusáknak* MEYEN, LOVEN, EHRENBURG, SIEBOLD és SARS épen felfedezte embrióival egészen megegyeznek, miből azután azt következtette, hogy a *Vaucheria* s a többi moszatok mozgó csirái valószínű állati embriók, melyek azonban az állati életnek ezen kezdetleges foka fölé nem emelkedhetnek, hanem rövid állati élet után ismét állandóan visszaesnek az alsóbb növényi életbe, melyből kiindultak. «Ezen felfogás szerint tehát a növény s állat közelebb áll egymáshoz, mint miként rendesen feltesszük, s én legalább semmi ellentmondót nem találok abban, hogy az állatvilág a teremő erő másodszülöttének tekintendő, melyet a növényvilágnak meg kellett előznie. — A növényvilág, — mint OKEN találóan mondja, — az állatvilág méhe.»³ Nem szenvedhet kétséget, hogy azon élénk, ragyogó irányával hódító s lelkesedésével magával ragadó tizen-nyolcz levél, melyben UNGER vizsgálatainak gyönyörű eredményeit a «növénynek állattá válásáról» közölte, dacára a bennök előforduló kissé túlságos vérmes spekulációknak, a moszatok rajzospórák által való szaporodásának ismeretéhez az első alapmunkát képezi.

A Phycologia terén halhatatlan érdemű THURER még ugyanazon évben megerősíté UNGER felfedezését, s egyúttal azt is közölte, hogy az *Oedogonium*-fajok rajzospórái egy csillószőrkoszorút, a *Conferva rivularis*- és *glomerata*-éi pedig két finom ostort s egy piros

szemfoltot viselnek s hogy e szerint a moszatok szabályszerű fejlődésmenetéhez tartozó szabadon mozgó spórái minden tekintetben megegyeznek EHRENBURG számos ázalekállatkájával.¹

Ezen egyre szaporodó s lassankint szelesebb körben helyeseknek ismert felfedezésekre támaszkodva, SIEBOLD nem csupán a *Bacillariákat* és *Closterinákat* zárta ki, mint DUJARDIN, a Protozoumok közül s utasította a növényországba, hanem egyszersmind EHRENBURG bélnélküli ázalekállatkái közül mindazokat, melyek a moszatok rajzospóráitól lényegesen nem különböznek: tehát az összes *Monadinokat*, *Cryptomonadinokat*, *Volvox*-, *Vibrio*- és *Dinobryiumféléket* s csupán az *Astasia*- és *Peridiniumféléket* fogadta be. SIEBOLD azon elvnek hódolt, hogy az állat- és növényország között szoros határ van, s a legalsóbb állatok s növények közötti különbség legfőbb bélyegét a test összhúzókonyságában, illetőleg merevségében vélte felismerhetni. Bármennyire hasonlítanak is az egysejtű növények bizonyos Protozoumokhoz, mégis élesen különböznek ezektől az által, hogy testök merev, míg az állati test összhúzódó.* Hogy a legalsóbb lényeknek összhúzódásbeli képességre, illetőleg ennek hiányára alapított kettéválasztása önkény alkalmazása nélkül nem vihető keresztül, ez ismereteink jelen állásánál alig szenvedhet kétséget. Az általánosán s méltán növényeknek tartott *Chytridiumfélék* némely képviselőinek rajzói ép oly összhúzódók, mint az *Amoebák*;² a *Volvox* termékenyítő rajzóinak szüntelen alakváltoztatásai egészen megegyeznek az *Astasiáfélékével*, a *Myxomycetek* rajzói, főleg pedig *Amoebái* és *plasmodiumai* összhúzódás tekintetében a gyökérlábúakkal versenyeznek stb. De SIEBOLD-nak sem sikerült, hogy elvét következetesen érvényesítse; míg ugyanis az egészen merev *Chlorogonium euchlorumot* s a szintén merev testű *Peridiniumféléket*, *Chatomonasokat* a Protozoumok közé felvette, addig a *Dinobryiumféléket*, melyek ép oly összhúzódók, mint az *Astasiáfélék*, s voltaképen nem is egyebek tokot lakó s egyenkint rajzó, vagy telepes *Astasia*- vagy *Euglena*-

¹ Recherches sur les organes locomoteurs des Algues, Ann. des sc. nat. Botanique. 1843. II. Ser. XIX. 266.

* Az idézett művön kívül tüzetesebben kifejti ezt SIEBOLD két értekezésében: Dissertatio de finibus inter regnum animale et vegetabile constituendis. Erlangæ. 1844. és Ueber einzellige Pflanzen und Thiere. ZWZ. I. (1849) 270.

² SCHENK A. Ueber das Vorkommen contractiler Zellen im Pflanzenreich. Würzburg. 1858.

¹ Conf. TREVIRANUS, op. c. 23.

² 37.

³ 96. 97.

féléknél, számos, szintén összhúzódó testű, szintelen *Monasfélével* együtt a növényországba utasította; hasonlóképp növényeknek deklarálta a *Spongiákat* is, minthogy a GRANT felfedezte embrióik, mint láttuk, a *Vaucheriák* csillószőrös rajzóival némi tekintetben megegyeznek. Az idegen elemektől meglehetősen megtisztított Protozoumok körét SIEBOLD következőleg osztályozza.¹

Protozoa.

A) Ázalékállatkák (Infusorien) osztálya.

Mozgószerveik főleg csillószőrökből állanak.

I. REND. ASTOMA.

Szájnélküli ázalékállatkák.

Családok: *Astasiaca*, *Peridinaca*, *Opalinaca*

II. REND. STOMATODA.

Szájjal s nyelöcsővel ellátott ázalékállatkák.

Családok: *Vorticellina*, *Ophrydina*, *Euchelia*, *Trachelina*, *Kolpoda*, *Oxytrichina*, *Euplota*.

B) Gyökérlábúak (Rhizopoden) osztálya.

Mozgási szerveik elágazó, mindig változó és teljesen visszavonható nyúlványokból állanak.

I. REND. MONOSOMATIA.

Családok: *Amoeba*, *Arcellina*.

II. REND. POLYSOMATIA. (= POLYTHALAMIA.)

Nemek: *Vorticalis*, *Geoponus*, *Nonionina*.

Első pillanatra látható, hogy SIEBOLD egysejtűségről szóló tanának éle a «mindenütt egyenlően tökéletes fejlettség elve» ellen irányul; s EHRENBURG, ki ezt igen jól érezte, mint a tudomány további fejlődéséből kitetszik, nagyon tévedett, ha azt hitte, hogy az új eretnektant, ellenérvek helyett, csupán tekintélyére támaszkodva, csípős rendreutasítással elejtheti, midőn SIEBOLD ellen ezen szavakra fakad: «A szorgalmas szerzőnek mégis csak óvatosabban kellett volna a tudományt a mikroszkópi szervezetek organizációjára vonatkozó oly új vélemények ellen oltalmazni, melyek könnyen jutnak be, de nehezen iríthatók ki; mert tudvalevőleg a legtöbb író nem az igazat, hanem a hamisat tárgyalja hosszú beszéddel s szükségtelen irományokkal».²

SIEBOLD-dal egészen egyidejűleg, de tőle függetlenül, KÖLLIKER is azon egészen új és fontos nézetet hangoztatta, hogy vannak állatok, melyek azon

alaki egység értékén maradnak egész életükön át, melyből a többi állatok kiindulnak: azaz mindvégig egysejtűek. KÖLLIKER tanát a *Gregarinafélék* tanulmányozására alapítá s kifejté, hogy ezen még kevésbé ismert élősdik szervezetek okvetlenül elválasztandók a belférgektől, melyektől, szervezetökegyszerűségét tekintve, lényegesen különböznek, a mennyiben egész testök egyetlen sejtből áll, s mint az ázalékállatkáknak egy új, egysejtű lényektől képviselt családja, az ázalékállatkák közé sorozandók. Legkevésbé sem kételkedik továbbá KÖLLIKER, hogy a *Gregarinaféléken* kívül még más egysejtű ázalékállatkák is vannak, minők a *Bodo*-, *Monas*-, *Spirillum*-, *Vibrio*-nemek s több mások.¹

A *Gregarinafélék* egysejtűsége ellen a FRANTZIUS és HENLE emelte ellenvetésekre, KÖLLIKER az általa s az egysejtűségi tan másik megalapítója, SIEBOLD által 1848-ban megindított s az óta oly nagy tudományos tekintélyre emelkedett folyóiratnak, a «Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie»-nak legelső értekezésében,² melyben a *Gregarinafélékre* vonatkozó összes vizsgálatait közli, nyomós érvekkel szállott síkra s szerencsével védelmezte s tartotta meg álláspontját. A következő évben KÖLLIKER az *Actynophrys* Solt (helyesebben *Actinospharium Eichhornii*) tárgyaló, méltán híressé vált értekezésében nem csupán ezen s a többi gyökérlábúaknak, hanem egyszersmind, mint előtte SIEBOLD, az összes ázalékállatkák, legfontosabb jellemének az egysejtűséget állítja, mondván: «Én abból indulok ki, hogy az ázalékállatkák, (melyekből a kerékállatkákat s a növényekhez tartozó *Bacilláriákat*, *Volvocineákat* és *Clasterinákat* kizárom) kivétel nélkül mindnyújan egyetlen sejtből állanak. Azt hiszem ugyanis, hogy a mit a *Gregarinafélékre* nézve bebizonyítottam, minden tulajdonképi ázalékállatkára áll, mint ezt v. SIEBOLD összehasonlító boncztanában a legsebben kimutatta. Az én felfogásom szerint minden ázalékállatka egy sejttel egyenlő, mely egyik részöknél egészen zárt (*Gregarina*, *Opalina*, *Euglena* stb.), a másiknál pedig szájjal, vagy két nyílással is el van látva. Hogy ez így van, annak, ki egy *Opalinát*, *Bursariafélé*t, *Nassulát* stb. csak kissé pontosabban vizs-

¹ 10.

² Monatsb. d. Berliner Akad. (1848.) 235.

¹ Die Lehre von thierischen Zelle und den einfachen thierischen Formelementen nach neuesten Fortschritten dargestellt. SCHLEIDEN und NÄGEL's Zeitschr. f. wissenschaftl. Botanik. II. Heft. Zürich (1845.) 97—99.

² Beiträge zur Kenntniss niederer Thiere.

gál meg, legkevésbé sem lehet kétsége; találni fog ugyanis többnyire összehúzódó s csillószőröket viselő, szerkezet nélküli sejthártyát, továbbá részben gyakran összehúzódó sejttartalmat, mely szemecskéket és üröcskéket zár magába s csaknem mindig egynemű, gyakran sajátságosan alakult magot.»¹

A magas és egyszerű szervezet kérdése, mely, mint az előadottakból látható, a legalsóbb lényekkel foglalkozó tudomány történetében ismét és ismét felmerült, soha sem állott egymással oly élesen szemben, mint az utolsó harmincz év kezdetén; ezen kor búvárainak jutott azon fontos feladat, hogy a vitás ügyben véglegesen döntsének, mit nem egyedül a véglényeken tett direkt tanulmányok, hanem a fennállásának első tizedében csak keveset haladt, ezután azonban rohamosan virágzásnak indult sejttan vívmányai tettek lehetővé.

Mielőtt azonban az utolsó harmincz év meglepő felfedezésekben igen gazdag működésének tárgyalására áttérnék, szükségesnek tartom PERTY-nek hazája, Svájc, összes parányi világát felölelő, nagyobbszabású munkájáról² megemlékezni, mely, mint STEIN nem igazságtalanul jegyzi meg,³ sok tekintetben elmaradt korától; mihez azonban az igazság érdekében szükségesnek tartom nyomban hozzátenni, hogy sok tekintetben ismét túlszárnyalta korát. PERTY, mint egyéb sokoldalú irodalmi működése is bizonyítja, igen önálló gondolkozású tudós, ki az önmaga által kijelölt ösvényen haladva, a hol szükségesnek tartja megállapodik s mélyen behatol a dolog lényegébe, míg a másoktól fontosaknak tartott részletek nem érdeklik s ezek felett könnyű szerrel tovább halad. Ez az oka annak, hogy PERTY vizsgálatai igen különböző értékűek s hogy az értékes adatokat a pontosságnak s felületességnek sajátságos keverékéből igen nehéz kiválogatni. PERTY igen nagyszámú alak ismeretére támaszkodik, mely alakok között számos egészen új; vizsgálatai közül különösen azok, melyek a *Phytozoidok* finomabb szervezetére, az alakok pontos megkülönböztetésére s a szaporodásra vonatkoznak, igen nagy becsű részleteket tartalmaznak; ugyanez áll a *Rhizopodokról* is; a *Ciliatokra* vonatkozó adatai ellenben, minthogy, mint DUJARDIN, a magképletekre, a lüktető üröcskékre s a csillószőrözöttség finomabb viszonyaira nem nagy súlyt helyezett, határozottan felületesekek s

számos általa leírt *Ciliat* egészen felismerhetetlen. PERTY egészben véve, úgy látszik, DUJARDIN-ra támaszkodik; ennek sarcode-elméletét azonban, bár mint már fennebb kiemelttem, helylyel-közzel, nevezetesen a *Phytozoidoknál* a testet protoplazmából állónak mondja, következetesen még sem teszi magáévá. *Ösállatainak* (*Archezoa*) körén belül, véleménye szerint, nemcsak a szervezetség többje vagy kevesebbje tekintetében, hanem még a szervezetség típusára nézve is különbség van, s ezért a tökéletesebbeket közöttük nem egy sejttel, hanem több teljes kifejlődésre nem jutott sejt kombinációjával hasonlítja össze.¹ E mellett EHRENBURG tanából átveszi a petéket, melyeket *blastiumoknak* nevez, s ezen kifejezés alatt, úgy mint EHRENBURG a peték alatt, a protoplazmának legkülönbözőbb értékű záradékait érti, melyeknek tovább fejlődésével azonban, úgy mint EHRENBURG, teljesen adós marad. Jó rendszer csak helyes s egyöntetű alaktani ismeretek alapján épülhet fel, ezek pedig hiányozván PERTY-nél, rendszerében sok eredetiséget találunk ugyan, de kevés követni valót. Ime ez a rendszer:

Subregnum: Archezoa. Ősállatok.

I. Osztály. Infusoria. Ázalékállatkák.

1. Ciliata. Csillószőrösök.

SECTIO I. LENGŐ CSILLÓSZÖRÖKKEL.

A) Spastica. Összepattanók.

Testöket, s ha kocsányon ülnek, gyakran ezt is képesek görcsösen összehúzni, mi közben megnyúlt testük többé-kevésbé gömb alakot ölt, kocsányuk pedig pörgén csavarodik. (Némi tekintetben a moh- és kerékállatkákkal rokonok.)

Családok. *Vaginifera, Vorticellina, Ophrydina, Urceolarina.*

B) Monima. Alakjokat megtartók.

Bár összhúzódók, egészben véve mégis megtartják alakjokat, sem össze nem pattannak, sem alakjukat nem változtatják.

Családok: *Bursarina, Paramecina, Holophryina, Deteria, Cinctochilina, Apionidina, Topina Trachelina, Oxytrichina, Cobalina, Euplotina, Colepina.*

C) Metabolica. Alakváltoztatók.

Igen összhúzódók s alakjokat proteusszerűleg változtatják. (Csillószőrök alig vehetők ki; csupán a nyakszerű nyulványaik feltűnnek.)

Család: *Ophryocentrina.*

¹ ZWZ. I (1849) 210—211.

² Zur Kenntniss kleinster Lebensformen etc. Bern. 1852.

³ I. 34.

¹ 51.

SECTIO. II. NEM LENGŐ, KEVÉSSÉ ÖSSZHÚZÓDÓ SZŐRÖKKEL (VAGY FONALAKKAL).

Család: *Actinophryina* (*Heliozoomok és Acineta-félék* egyesítve).

II. Osztály. Phytozoidia. Növényállatok.

SECTIO. I. FILIGERA. EGY VAGY TÖBB MOZGATÓFONÁLLAL.

A) A mozgatófonál a test közepéből indul ki.

Család: *Feridinida*.

B) Egy vagy több mozgatófonál a test mellső részéből, vagy ennek közeléből indul ki.

Családok: *Cryptomonadina*, *Thecamonadina*, *Asiasiaea* *Monadina*, *Volvocina*, *Dinobryina*.

SECTIO. II. SPOROZOIDIA.

A *Chlamydomonas* és *Hygium* (= *Chlamydococcus* A. Br., *Haematococcus* v. Fl.) nemen kívül ide sorolja PERTY a moszatoknak az előbbi csoportoktól kényszer nélkül el nem választható rajzóspóráit.

SECTIO. III. LAMPOZOIDIA.

Szintelenek, ritkán kék, sárga, pirosas (de nem zöld) színű őszálatkák, specifikus szervek nélkül. Mozgásuk lát-szólag önkényes, valójában automatikus. Harántoszlással szaporodnak s lánczokat s fonalakat képeznek.

Család: *Vibrionida*.

III. Osztály. Rhizopoda. Gyökérlábúak.

Családok: *Arcellina*, *Spongillina*, *Amoebina*.

HARMADIK IDŐSZAK.

Az utolsó harmincz év bűvárkodásának eredményei s a véglények ismeretének jelenlegi állása.

I. AZ ALAKOK ISMERETÉNEK GYARAPODÁSA S A VÉGLÉNYEK KÖZÖTTI ROKONSÁG.

Az utolsó három évtizednek igen gazdag eredményeit, könnyebb áttekinthetetés végett, czélszerűnek tartom egyes fejezetek alá foglalva előadni.

A különböző csoportokba tartozó nagyszámú, újonnan fölfedezett nemeket s fajokat nem tekintve, csupán azon fölfedezésekre akarok szorítkozni, melyek a véglények körét új, jellemző csoportokkal gazdagították, vagy a korábbi bűvároktól kevésbé tanulmányozott egyes csoportok részletesebb ismeretéhez vezettek.

Gregarinafélék.

Mint már említém, KÖLLIKER volt az első, ki a hosszasan belférgeknek tartott *Gregarinaféléket*, egy sejt értékével bíró egyszerű szervezetükre támaszkodva, az ázalékállatkák közé iktatta. STEIN¹ szintén fölvette ezen szervezeteket a Protozoumok közé, még pedig, előbb, mint egy külön osztály képviselőit (*Symphyten*); újabban azonban, különösen a *Monocystis* - fajok tanulmányozására támaszkodva, mint külön rendet, a *Rhizopodokkal* véli egyesíteni²; mely beosztás helyességét, úgy látszik, hogy LIEBERKÜHN, újabban pedig főleg VAN BENEDEN E. fontos fejlődéstani vizsgálatai³ erősen támogatják. HAECKEL a *Gregarinaféléket* az *Amobákkal* együtt a *Protoplastok* csoportjába sorolja,⁴ s általában a

legtöbb bűvár megegyezik abban, hogy a *Gregarinafélék* a Protozoumok közé számítandók. Daczára azonban annak, hogy a *Gregarinaféléknek* a Rhizopodokkal való rokonsága kétségbevonhatatlan, még sines helyök a Protozoumok között általánosan elismerve; így CLAUS kézikönyvében a *Schyzomycetek*-, *Myxomycetek*-, *Monadok*- és *Flagellátokkal* együtt, mint kétes szervezeteket csak függelék gyanánt említi fel a Protozoumok mellett.¹ CLAUS-szal, ki a *Gregarinafélékben* még annyi állatiaságot sem talál, hogy a Protozoumok közé iktathassa, éles ellentétben áll SCHMARDA-nak tankönyve, melyben a *Gregarinafélék* úgy, mint megjelenése előtt több, mint egy negyed századdal, még mindig a *fonálférgek* békeszerető társágában foglalnak helyet.²

Radiolárok.

A gyökérlábúaknak legkiválóbb, bonyolódott szervezetű s fajokban szerfelett gazdag képviselőit, melyeket MÜLLER JÁNOS elnevezésével mai nap általában *Radiolároknak* (*Radiolaria*) neveznek, EHRENBURG mint fentebb említém, csupán finomszerkezetű kova vázaik után ismerte, s *rostélyállatkák* (*Gitterthierchen*, oder *Zellenthierchen*, *Polycystina*) elnevezése alatt az állatország egy külön osztályának képviselőiül tekintette. MEYENNEK még 1834-ből származó vizsgálatai, melyek szerint ezen lények a *Palmellafélé*

¹ Ueber die Natur der Gregarinen. AAP. (1848) 221.

² II. 6—7.

³ Recherches sur l'évolution des Grégarines. Bull. de l'Acad. roy. des sciences. 39. Année. 2. sér. XXI. Bruxelles. 1871.

⁴ Studien über Moneren. 61.

¹ Grundzüge der Zoologie. II. Aufl. Marburg u. Leipzig (1872) 102.

² Zoologie I. Bd. Wien. (1871) 314.

moszatok közé iktatandók, a *Radiolárok* szervezetére semmi felvilágosítást sem szolgáltatnak; annál fontosabbak azonban HUXLEY-nek 1851-ben, MÜLLER JÁNOS-nak 1858-ban közzétett vizsgálatai, melyek kiderítették, hogy ezen érdekes lények a Protozoumok körébe tartoznak; még pedig HUXLEY szerint, a *Foraminiferek* és *Spongiák* között képeznek átmenetet, MÜLLER JÁNOS szerint pedig mint valódi gyökérlábúak (*Rhizopoda radiolaria*, vagy egyszerűen *Radiolaria*), ezek közé sorolandók. CLAPARÈDE és LACHMANN, nem különben HAECKEL, fényesen kiállított nagyszerű monografiájában,¹ s egyebeken kívül HERTWIG RICHARD² ezen felfogást minden kétség fölé emelték, s így a Rhizopodok egy új, felette érdekes csoporttal gazdagodtak.

Heliozoumok.

A kizárólag tengeri *Radiolárokra*, különösen az *Acanthometrafélékre* bizonyos tekintetben emlékeztetnek, hár sokkal egyszerűebb szervezetűek, bizonyos gyökérlábúak, melyek közül az *Actinophrys*, *Actinosphaerium* és *Acanthocystis* nemek néhány képviselői, az u. n. napállatocskák (*Sonnenthierchen*) már EHRENBERG, sőt régibb bűvárok előtt is ismeretesek voltak. Ezen csinos kis szervezeteknek, különösen FOCKE, GREEFF, CIENKOWSKI, SCHULZE E. FERENCZ, CARTER, WALLICH, HERTWIG és LESSER vizsgálatai után, 1868-tól kezdve igen nagyszámú képviselői lettek ismeretesek, melyek *édesvízi Radiolárok* (FOCKE és GREEFF)* vagy helyesebben *Heliozoumok* (HAECKEL) elnevezése alatt a gyökérlábúak egy külön csoportja gyanánt ismertettek el.

Monerek.

Míg az újabb vizsgálatok egyrészt igen bonyolódott szervezetű gyökérlábúaknak (minők a *Radiolárok* s részben némely *Heliozoumok* is) fölfedezésére vezettek, másrészt ismét az egyszerűség eszményképeinek, «szervnélküli szervezetek» (Organismen ohne Organe), a HAECKEL-től *Monereknék* nevezett legegyszerűbb élőlények ismeretére; ezeknek két csoportját, a *Labomanereket* és *Rhizomonereket*, felfogásom szerint az *Amoebaféléktől* és *Heliozoumoktól*, melyeknek legegyszerűbb alakjaitól csupán a mag hiánya, tehát csupán negatív jegyek által tér-

nek el, alig lehet elválasztani. Ezen legegyszerűbb lények, melyek tengeri és édesvízben egyaránt előfordulnak s majd a nagyítói látás végső határán állanak, majd ismét aránylag tekintélyes, egész 1 mm-nyi nagyságot érnek el (*Protogenes primordialis*, *Protomyxa aurantiaca*), élő őszanyagból, sarcodéból, protoplazmából állanak, melyben semmi elkülönült részeket nem lehet megkülönböztetni; s majd az Amoebákéhoz hasonló karélyos, vagy hengeres, újjalakú, majd ismét, mint a Heliozoumok, finom sugaras, el nem ágazó, vagy elágazó s hálózatokat képező állabakat nyujtanak ki; mint a Rhizopodok, állati módon táplálkoznak s majd egyszerű oszlással szaporodnak, majd ismét, miután magukat betokozták, apró gömböcskékre esnek szét, melyek a tok megpukkantával kiszabadulva, egy ideig *Monas-alakban* rajzanak, de csakhamar ismét visszatérnek a *Rhizopod-alakba*. A szaporodás tekintetében is megegyeznek tehát a Rhizopodokkal. Az első *Monert* (*Protogenes primordialis*) HAECKEL fedezte fel 1864-ben Nizza mellett a Középtengerben,¹ melyhez a nevezett bűvártól és CIENKOWSKI-től leírt több új alak (*Protomoeba*, *Protogenes Protomonas Vampyrella*) járult.² HAECKEL újabban³ *Tachymonera* elnevezés alatt a *Schyzomyceteket* is a *Protistaország* első osztályát képező *Monerek* közé számítja, miben, tekintetbe véve a *Schyzomyceteknek* a többi *Monerektől* (*Lobamonera* és *Rhizomonera*) csupán csak a mag hiányában megegyező, de különben lényegesen eltérő alaktani viszonyait, bizonyára nem fog követőkre találni.

Legújabb időben SCHMITZ, ki haematoxylinnel való festéssel a sejtmagot számos oly növényi sejtben mutatta ki, melyeddigelé magnélkülinek tartatott, kiemeli annak valószínűségét, hogy további vizsgálatok a sejtmag jelenlétét a *Monereknél* is ki fogják mutatni.⁴ S csakugyan, ha tekintetbe vesszük, hogy újabb vizsgálatok a sejtmag jelenlétét oly gyökérlábúaknál is kimutatták, melyeket mindeddig magnélkülieknek tartottak, — így nevezetesen a *Foraminiferek*, HERTWIG RICHARD és SCHULZE E. F. vizsgálatai szerint, több magot rejtenek protoplazma-testükben —; ha tekintetbe vesszük, hogy az újabban fölfedezett legegyszerű-

¹ Die Radiolarien. Berlin. 1862.

² Zur Histologie der Radiolarien. Leipzig. 1876.

* Vannak azonban tengeriek is.

¹ ZWZ. XV. 360.

² HAECKEL, Studien über Moneren.

³ Das Protistenreich. 87.

⁴ Ueber die Zellkerne der Thallophyten. Separat-Abdr. aus den Sitzungsber. der niederreihnischen Gesellsch. f. Natur- u. Heilkunde zu Bonn. 4. Aug. 1879. p. 29.

rübb gyökérlábúaknál is kimutatták a magot: csak ugyan nagy valószínűség szól SCHMITZ föltevésének helyessége mellett — Én részemről, bár igyekeztem a magnólküli gyökérlábúakkal megismerkedni, mindannak daczára, hogy némely *Monerek* HAECKEL szerint közönségesek, a *Vampyrellákon* kívül más *Monert* nem találhattam; vajjon azonban a *Vampyrellák* csakugyan állandóan nem bírnak-e maggal, ez idő szerint még kétségesnek látszik; HERTWIG RICHARD és LESSER ugyanis azt állítja, hogy a *Leptophrys elegans*-nak, mely kétségkívül azonos a *Vampyrella vorax*-szal, egy példányában, mely elnyelt testeket nem tartalmazott, három halvány magot különböztetett meg.¹

A *Bathybius*ról.

Nem hagyhatom e helyen említés nélkül a rejtélyes természetű s oly gyorsan híressé vált *Bathybiust*, melynek fölfedezése egy ideig lázas izgatottságban tartotta a tudományos köröket, mit nyomban követett a láz utáni kimerülés. A transatlanti telegráf-kábel lerakását megelőző tengerfenék-vizsgálatok alkalmával Írland és Új-Fundland között már 1857-ben felfedeztek egyáltalatosan 12,000 lábnyi mélységben elhúzódó tengerfenéki síkságot, mely egész felületén szerfelett nyúlós iszappal van borítva s apró mészhéjú Rhizopodokat, főleg *Globigerina*-féléket és sajátságos rétegzett mészkorongocskákat, *Coccolitheket* rejt magában, ugyanolyanokat, minőket SORBY a krétából ismertetett. Ezen sajátságos nyúlós, nyálkás iszapot a helyszínén SIR WYVILLE THOMSON és WILLIAM CARPENTER vizsgálták meg 1868-ban s ezt írják róla: «Ezen iszap valóban eleven volt; egyes rögökbe gyűlt össze, mintha tojásféhérje volna hozzá elegyítve, nagyító alatt a ragadós tömeg élő sarcodénak bizonyult be.»² HUXLEY-nek 1868-ban tett pontos mikroszkópi vizsgálatai szerint, melyeket erős borszeszben konzervált tengerfenéki iszapon végzett, az iszap részint igen apró, részint szabad szemmel is megkülönböztethető, különböző alakú rögöcskékből áll, mely mikrochemiai kémlelés eredményei után ítélve, protoplazmának tartandó, s beléje a már említett mésztetecskék vannak beágyazva. HUXLEY ezen tengerfenéki élő protoplazmát *Bathybius Haeckelii* név-

vel jelölé. HAECKEL-t terjedelmes vizsgálatai, melyeket szintén borszeszben konzervált tengerfenéki iszapon végzett, egészben véve a HUXLEY-ével megegyező eredményekre vezették; ő is a *Myxomycetek* plazmodiumaihoz hasonló, karélyos, hálózatos tömegekben találta a *Bathybiust*, melyet a *Rhizomonerek* csoportjába sorol.¹ Ezen vizsgálatok szerint bebizonyított-nak látszott, hogy az óceán mélységes mélyében végtelen egyszerűségű, tiszta protoplazmából álló lények folytatják számlálatlan évezrek óta titokszerű életüket. Talán azon ősprotoplozmát fedeztette fel a szerencsés véletlen, melyből minden élő eredetét vette, azon *ösnnyálkát* (*Urschleim*), melynek az élet méhében, a tengerben való előfordulását már OKEN s az őt követő természetbölcselek sejtették? Avagy az egész csak hiú álom, vérmes tudósok csalódásának szüleménye? — A SIR WYVILLE THOMSON vezetése alatt állott Challenger-expediczió 3½ évre terjedő földkörüli bűvárútjában a legszorgalmasabb keresés daczára, sem találta a tenger fenekén élő protoplazmát. «WYVILLE THOMSON tanár — mondja HUXLEY² — azt közli velem, hogy a Challenger bűvárainak élő *Bathybius* felfedezésére irányított legjobb törekvései meghiúsultak, s hogy komolyan azt lehet gyanítani, hogy azon valami, melynek én ezen nevet adtam, nem igen lehet több, mint kénsavas mész, melyet czafatos állapotban csapott le az erős borszesz, melyben a tengerfenéki iszap tartott. Az egészben azonban az a legkülönösebb, hogy ezen szervesetlen csapadék alig különböztethető meg a fehérje-csapadéktól.» — A mi a *Bathybius* záradékait, a *Coccolitheket* illeti, ezek, mint erre először CARTER figyelmeztetett, nyilván mikroszkópi ugynevezett mész-mozzatok. — HUXLEY ezek után a *Bathybiust* műterméknek s a tenger fenekén élő protoplazma létezését megezáfoltnak tartja. A tengerfenéki ösnnyálka létezésében már a priori kételkedők gúnymosolya kíséretében eltemetett *Bathybiust* azonban ismét csakhamar feltámasztotta halottaiból az észak-amerikai sarki útazásban mint természetbűvár részt vett BESSELS EMIL, ki a tengerfenéki élő protoplazmáról ezeket írja: «Az utolsó amerikai északsarki expedició alkalmával a Smith-Sundban 92 fonálny mélységben, nagy mennyiségű egynemű szabad protoplazmát találtam, mely a jól ismert *Coc-*

¹ AMA. X. Suppl. (1874) 57.

² Annals and magaz of nat. hist. 1869. vol. IV. 151. — Conf. HAECKEL, Studien über Moneren; és: Das Protistenreich.

¹ Das Protistenreich. 87.

² Nature, Aug. 19. 1875. Quaterly Journ. of microscop. science 1875. XV. 392. Conf. HAECKEL, Das Protistenreich, 77.

colithéknek nyomát sem tartalmazta. Én ezen szervezetet, melyet élve vizsgálhattam, valóban spartai egyszerűsége miatt, *Protobathybiusnak* nevezem. Az expedíció útleírásában ezen szervezetlerajzoljuk leírjuk. Itt csak annyit akarok megjegyezni, hogy ezen tömegek tiszta protoplazmából állottak, melyhez csak történetesen voltak azon mészből részecskék keveredve, melyből a tengerfenék alakult. Végtelen ragadós, hálószerű képződmények ezek, melyek pompás amoeba-szerű mozgásokat végeznek, karminrészecskéket, valamint más idegen testeket fölvesznek s élénk szemecsekáramlásokat mutatnak.¹ Ezek után nem lehet kételkedni, hogy a *Bathybius* léte még sem álom, s hogy, bár körülírtabb helyeken, de tényleg mégis rejt a tengerfenék egyszerű protoplazmából álló élőlényeket; feltéve persze, hogy BESSELS észlelete nem csalódás, vagy szándékos misztifikáció, mit feltenni sem okunk, sem jogunk nincsen.

Myxomycetek.

1858-tól kezdve DE BARY-nak fontos vizsgálatai² egészen új, idegen elemet hoztak a gyökérlábúak szomszédságába s ezeknek a növényország felé élesen körülírtak vélt határát lerontották. Az egészen általánosan a Gastromycetek közé sorolt ú. n. *nyálkagombák* (*Myxomycetes* Wallr., *Myxogastres* Fries) fejlődéséről DE BARY föllépése előtt, csupán annyi volt ismeretes, s ezt MICHELLI már 1729-ben közölte, hogy a Gastromycetekével megegyező sporangiumaik tejfelszerű, nyálkás állományból sarjadzanak ki, melytől elnevezésük is kölcsönözött. DE BARY-nak a fejlődés tanulmányozására tett igen pontos és terjedelmes tenyésztési kísérletei azon, csakhamar BAIL, WIGAND (részben HOFFMANN) és CIENKOWSKI által megerősített, igen meglepő eredményre vezettek, hogy ezen gombák sporáiból, ha azok bizonyos ideig (12—24 óráig) vízben tartatnak, élénk mozgású rajzók bujnak ki, melyek semmiben sem különböznek bizonyos Monasoktól. Színtelen, kissé megnyúlt protoplazma-testökben egy magot

s 1—2 lüktető üröcskét lehet megkülönböztetni; testök mellső részéből pedig egy, ritkábban két finom örvényző fonál, ostor indul ki, melynek segítségével, folytonosan hossz tengelyök körül hömpölyögve, függén úszkálnak. Ezen szabad úszáson kívül azonban a Monasokhoz hasonló kis rajzók szilárd alaton való mászkálásra is képesek; ez esetben örvényző ostorukat visszahúzzák, ellapulnak s hegyes állabakat nyujtanak ki, úgy, hogy mindenben megegyeznek bizonyos apró actinophrysszerű Rhizopodokkal; mások ismét ostorukat visszahúzva, olvadó cseppként folynak s mindenben megegyezni látszanak az *Amoeba guttula* és *A. Limax* elnevezés alatt ismeretes *Amoeba*-félékkel. Igen meglepő az, hogy a monasszerű rajzók, mintha csak önálló Monasok volnának, oszlás által szaporodnak. A tenyésztet haladtával a Rhizopodokhoz hasonló képződményekből, az ú. n. *Myxoamoebák*ból, nagyobb, protoplazmából álló tömegek fejlődnek, még pedig, mint CIENKOWSKI igen pontos vizsgálatai bizonyítják,¹ oly módon, hogy több *Myxoamoeba* egymással összefoly s *plasmodiumot* képez. Ezen plasmodiumokban, melyek az összefolyt *Myxoamoebák* protoplazmájából állanak, magokat nem lehet többé megkülönböztetni; hyalin kéregrétegökben ellenben CIENKOWSKI nagyszámú, változtatva összehúzódó és kitérő üröcskéket különböztetett meg. A legmeglepőbb azonban az, hogy a Rhizopodok módjára mászkáló *Myxoamoebák* és plasmodiumok épen úgy, mint a valódi Rhizopodok, idegen testeket kobeleznek be s azokat nyilván meg is emésztik.² A plasmodiumok

¹ Zur Entwicklungsgeschichte der Myxomycetes und das Plasmodium. PRINGSHEIM's Jahrb. f. wiss. Bot. III. 1863.

² MECSNIKOV erre nézve ezeket mondja: «Mi sem könnyebb, mint, nemcsak finom, szétosztott festőanyagoknak és keményítő szemecskéknél, hanem még oly durva testeknek is, minők a főzött szikszemecskék s a különböző állatoknak harántcsikolt izomrostjai, a plasmodiumok belsőjébe való felvételét megfigyelni. Mindezen testek azonban 24 óráig és még hosszabban is maradnak a plasmodiumban a nélkül, hogy határozottan oly változásokat mutatnának, melyek emésztési folyamatra utalnának; ellenkezőleg a felvett testek nagyobb része ismét kivettetik. Jobb eredményeket adtak a Physarum világossárga plasmodiumainak a Phloebeomorpha rufa megpuhított sclerotiumsejtjeivel tett etetési kísérleteim. Ily sejteket a plasmodium nem csak könnyen vesz fel, hanem oly változásokat is tesz rajtuk, melyek emésztésre vallanak. A sejtek halványak lesznek és lassankint elkisebbednek, míg végre nem lehet többé megkülönböztetni.» Schriften der neurrussischen Gesellsch. d. Naturforscher in Odessa. V (1877) 2. Conf. Zool. Anzeiger V. (1882) 311.

¹ Hæckelina gigantea. Ein Protist aus der Gruppe der Monothalamien. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. IX. Neue Folge II. 2. H. 277.

² Bot. Zeit. 1858. Die Mycetozen. Ein Beitrag zur Kenntniss der niedersten Thiere. ZWZ. X. (1859). Regensberger Flora XX. 1862 No. 17, 18, 19. Handbuch der physiolog. Botanik II. B. I. Abth. Leipzig. 1866.

több kisebbnek összefolyásától egyre növekednek s bizonyos fajoknál gyakran egész ökölnyi nagyságú s még nagyobb tömegek fejlődnek ki, melyek hálózatosan összefont protoplazmából állanak, melyeknek finom fonalas nyulványaiban, mint a Rhizopodoknál, élénk szemeseáramlás látható; e mellett lassan mozognak, helyöket változtatják s még függélyes irányban is pl. nedves fatörzseken felmásznak. A plasmodiumokból végre igen rövid idő lefolyása alatt sporangiumok sarjadzanak, melyekben belső sejtképződés útján fejlődnek ki a spórák, s ezeken kívül a *Myxomyceték* egy részénél még egy sajátos rugalmas fonálhálózat, a *capillitium* képződik, mely a sporangium megpukkantával a spórákat minden irányban szét szórja. DE BARY vizsgálatainak meglepő eredményei után azon következtetést vonja, hogy a *Myxomyceték*, bármennyire hasonlítanak is sporangiumaikkal a gombákhoz, tekintetbe véve életüknek azon szakát, melyben egészen megegyeznek bizonyos Protozoumokkal, a növényországból az állatországba helyezendők át, s ezért *Mycetozoumoknak*, azaz *gombaállatoknak* nevezi; egyúttal kimondja annak lehetőségét, sőt valószínűségét is, hogy az *Amoebák* talán valamennyien a *Mycetozoum*ok fejlődéskörébe tartoznak. Ugyanezen véleményben, azaz a *Myxomycetéknek* a Rhizopodok közé való beosztásában, osztozik BAIL is.¹ DE BARY álláspontjának HOFFMANN és WIEGAND ellen való védelmezésében a CIENKOWSKI által leírt *Monas parasiticának*² s a *Gregarinaféléknek* a *Myxomycetékkel* lényegében megegyező fejlődésmenetre hivatkozik s a következő parallellát állítja fel:³

Myxogastres	Monas parasitica.	Gregarinafélék.
Spóratömlő --- ---	tok (Cyste) ---	tok,
Spórák --- ---	rajzóspórák ---	psorospermitumok,
Rajzósejt --- ---	rajzóspórák ---	(növekedő amoeba-
Amoebaállapot ---	Amoebaállapot	szerű testek.
Nagy összehúzódo	{ --- --- ---	Gregarinák
fonalak		
Spóratömlő --- ---	tok --- ---	tok.

CIENKOWSKI-nak a *Monadok* fejlődésére vonatkozó igen nagybecsű vizsgálatai, melyek egyikére az épen idézett parallellában DE BARY is hivatkozik, azon eredményre vezettek, hogy ezen állati módon táplálkozó parányi mikroszkópi szervezetek fejlődésmenete a

Myxomycetékkel annyira megegyezik, hogy általok a *Myxomyceték* és *Protozoum*ok közötti kapocs mindinkább szorosabbra fűződik. Bizonyos *Monadok* ugyanis,¹ melyeket CIENKOWSKI *Monadaceae zoosoporeae* névvel jelöl, nevezetesen a *Monas* (= *Protomonas Haeck*) amelyli, *Pseudospora parasitica* (= *Monas parasitica*), *Ps. Nitellarum* és *Ps. Volvocis*, életüknek első szakát a *Myxomycetékkel* egészen megegyező rajzok alakjában (*Monas-alak*) kezdik meg, melyek egyidei rajzás után a *Myxoamoebáktól* semmiben sem különböző hegyes állábú gyökérlábúakká, mint CIENKOWSKI mondja, *actinophrys-szerű Amoebákká* változnak át (*Amoebaalak*), sőt a *Monas amylinél* több rajzó összeolvadása által kis fonalas plasmodiumok fejlődnek; az *Amoebák*, illetőleg plasmodiumok végre gömbbé huzódnak s tokot választanak ki, melyen belül rövidebb vagy hosszabb pihenés után egyes rajzókra esnek szét, melyek a tokot elhagyva, az épen vázolt tenyésztési menetet újra kezdik. Ugyanezen tenyésztési menetet követi a HAECKEL *Monereinek* egy része, így a *Protomyxa aurantiaca* s a *Protamoeba Huxleyi*; más *Monadoknál* ellenben, nevezetesen a CIENKOWSKI *Colpodella pugnaxánál*, kiesik a fejlődésmenetből az *Amoeba-alak*, míg a CIENKOWSKI-től *Monadaceae tetraplastae* névvel jelölt csoportnál (*Vampyrella*, *Nuclearia*) ellenkezőleg a *Monas-alak* nincs képviselve. Ezen vizsgálatokra CIENKOWSKI bizonyára jogosan alapítja azon állítását, hogy a *Monadok* és *Rhizopodok* közé sorolt bizonyos alsóbb Protozoumok a legközelebbi rokonságban állanak a *Myxomycetékkel*; mindezekhez hozzájárul még azon újabb vizsgálatoktól elért eredmény, hogy a *Heliozoumoknak* is úgy, mint CIENKOWSKI *Monadainak* fejlődésmenetében *Monas-* és *Rhizopod-alak* váltakozik, sőt a *Radiolároknak* fejlődésmenetét, mint HERTWIG RIKHARD mondja, szintén a *Myxomycetékkel* lehet legjobban összehasonlítani.²

Míg azonban az újabb bűvárlatok a *Myxomyceték* és *Rhizopodok* közötti közel rokonságot mutatták ki, más irányban tett vizsgálatok eredményei ismét szorosabbra fűzték a kapcsolatot a *Myxomyceték* s a többi gombák között. BREFELD ugyanis a *Dictyostelium mucoroides*ben egy összekötő alakot fedezett fel a *Myxomyceték* és *Mucorineák* között, FAMINCZIN és VORONIN pedig kimutatták, hogy az *Isarieák* közé sorolt *Ceratium hydnoideus* s a *Hymenomyceték Polypo-*

¹ Ueber die Myxogastres Fr. (Myxomycetes Wallr.) Verhandl. der K. K. Zoolog. bot. Gesellsch. (1859) 34.

² Die Pseudogonidien. Pringsheim, Jahrb. f. wiss. Bot. I. (1857) 371.

³ Flora XX. (1862) 303.

¹ Beiträge zur Kenntniss der Monaden. AMA. I. 1865.

² Zur Histologie der Radiolarien, 81.

rus nemének alnemébe tartozó *Polystica reticulata*, fejlődésmenetét tekintve, a *Myxomycetek* közé tartozik, miből azt következtethetnők, hogy a *Myxomycetek* között a gombák különböző típusai vannak képviselve.¹

A botanikusok azon mai nap általánosan követett felfogása ellen, hogy a *Myxomycetek* a gombák közé osztandók be, ugyancsak egy botanikus, SCHMITZ, emel legújabbán ismét szót, ki visszatérően DE BARY-nak álláspontjára, azt hangsúlyozza, hogy a Rhizopodoktól sokkal nehezebben választhatók el, mint a gombáktól.²

Az előadott buvárlati eredmények látszólag ugyan bonyodalmat idéztek elő, tényleg azonban tisztázták a biológiának egy sarkalatos és még mindig vitás alaptételét, a mennyiben kimutatták, hogy a gyökérlábúak, melyek magasabb alakjainál az állatiságot egyáltalában nem lehet kétségbe vonni, a *Myxomycetek* révén a növényektől el nem választható gombákkal szakadatlan sorozat által vannak összekapcsolva s hogy, mint PERTY mondja:³ «Az élet legsőbb lépesőjén álló lényekre az állat és növény populáris fogalma többé nem illik.» A ki ezen igazsággal megbarátkozni nem akar, annak nem marad egyéb hátra, mint Nagy Sándorként ketté vágni a megoldhatatlan csomót, azaz a természetes határvonalak hiányában önkényüleg választottakhoz tartani magát, mi természetesen szubjektív felfogások mezejére s mint oly tartományoknál, melyeknek természetes határai nincsenek, örökös határvillongásokra vezet.

Labyrinthulafélék.

Meg kell e helyen emlékeznem a CIENKOWSKI-tól felfedezett sajátosság *Labyrinthula-félékről*,⁴ melyek úgy látszik, hogy a véglényeknek egy külön csoportját képviselik, bár némi tekintetben a *Monadokra* s *Myxomycetekre* emlékeztetnek. A *Labyrinthulafélék* a

tengerben alámerült tárgyakra vannak telepedve s csoportosan élő orsóalakú sejtekből állanak, melyek buroktalanok, egy-egy magot tartalmaznak, s alakjukat változtatják. Ezen sejtek sajátosságosan csúszkálnak egy átalok kiválasztott finom hálózaton képező fonalakból álló pályán, mintegy sínhálózaton, melyet a legkülönbözőbb kerülő utakon kalandoznak be; később csoportokba egyesülnek s közös tokot választanak ki, melyen belül az egyes sejtek külön-külön tokozzák be magokat s egy idei pihenés után négy fióksejtre oszlanak, mely utóbbiak tokjaikat elhagyva, ujonnan lerakott családi sínhálózaton kezdik meg csúszkáló mozgásaikat.

Flagellátok.

Az úgynevezett *ostoros ázalekállatkák*, *Flagellátok*, azaz a véglények azon nagy csoportja, melyet DUJARDIN legelőször egyesített egy külön rendbe, melynek képviselői egy vagy több ostoralaku örvényző fonál által («filaments flagelliformes») jellemeztetnek s melyeknek megjelölésére COHN ajánlotta először 1850-ben az azóta általánosan elfogadott *Flagellata* elnevezést,¹ — a véglények többi csoportjaihoz képest meglehetősen elhanyagoltattak s csak a legújabb időben részesült alakjaiknak ismerete tetemesebb gyarapodásban. CLAPARÈDE és LACHMANN nagy munkájokban csak a *Cilioflagellátokat*, EHRENBURG *Peridinium-féléit* dolgozták fel s a többi Flagellátokról csupán egyes elszórt megjegyzéseket közölnek, a *Peridinium-féléket* azonban több érdekes tengeri alakkal (számos *Dinophysis* faj s az új *Amphidinium* nem) gazdagították. FRESSENIUS 1858-ban² *Monas consociata* elnevezés alatt kocsonyás, nyálkás állománytól összetartott, korongalakú telepeket alkotó *Monadinát* írt le, melyet később CIENKOWSKI³ *Phalansterium consociatum* névvel jelölt s egy rokon alakkal, a *Phalansterium intestinummal* együtt ismertetett, melynek telepei vízben lebegő elnem ágazó fonalakat képeznek. — Ugyancsak FRESSENIUS *Anthophysa solitaria* elnevezése alatt merev kocsányon ülő csoportos *Monadinát* írt le, melyek nyilván azonosak az EHRENBURG-tól a *Vorticellafélékhez* sorolt *Epistylis Botrytis*-szel. Egy

¹ Ceratium hydroides Ab. et Schw. und Polystica reticulata Fr. (Polyporus reticulatus Nees) als zwei neue Formen von Schleimpilzen. Bot. Zeit. 30. Jahrg. (1872) 613.

² Untersuchungen über die Zellkerne der Thalophyten. Sitzungb. der niederrhein. Gesellsch. f. Natur und Heilkunde zu Bonn. 4. Aug. (1879) 21.

³ Ueber die Grenzen der Sichtbaren Schöpfung, nach den jetzigen Leistungen der Mikroskope und Ferngläser. Sammlung gemeinverständlicher wissenschaftl. Vorträge. Von K. VIRCHOW und Fr. von HOLTZENDORFF IX. ser. Berlin 1877.

⁴ Ueber den Bau und die Entwicklung der Labyrinthulaceen AMA. III. iii. 1867.

¹ Nachträge zur Naturgeschichte der Protococcus pluralis Kützing. Nova acta acad. Cæs. Leop. Carol. Nat. Cur. XXII. ii. 1850.

² Beiträge zur Kenntniss mikroskopischer Organismen. Frankfurt a M. 1858.

³ Ueber Palmellaceen und einige Flagellaten. AMA. VI. iv. 1870.

amerikai bűvár, JAMES-CLARK, ugyanezen Flagellátot *Codosiga pulcherrima* névvel jelölte s egyszersmind számos más vele közel rokon, eddig ismeretlen szintelen Flagellátának (*Bicosocca*, *Codonocca*, *Salpigocca*) adta pontos leírását. Mindezen Flagellátok szervezeti viszonyait tekintve, egészen megegyezni látszanak a Spongiáknak ostoros sejtjeivel s mint ezek, egy sajtószerű *gallér* (collar) vannak ellátva, melynek közepéből indul ki az egyetlen, hosszú, fonalas ostor. JAMES-CLARK 15 Flagellátának, továbbá egy mézszivacsnak, a *Leucosolenia* (*Grantia*) *botryoides*nek,* tanulmányozására támaszkodva, azon felfogáshoz jutott, hogy a szivacsok, melyeknek ostoros sejtjei mindenben megegyeznek az általa leírt Flagellátok szervezetével, nevezetesen általános alakjukon s gallérok közepéből kiinduló ostorukon kívül még az által is, hogy 2, szabályos időközökben váltogatva lüktető, üröskéjű s szájníválásuk van, melyen át nem csupán vizet, hanem még evvel együtt apró idegen testeket is fölvesznek, tehát esznek, hogy a szivacsok, ismétlem, Monad-telepeknél nem egyebek. JAMES-CLARK szerint ugyanis a szivacsok legjellemzőbb s egyedül lényeges részét a járatokat kibélelő, azaz az entodermát képviselő *Monadokból* alakult réteg (*Monadigerous layer*) képezi; a spiculumokat tartalmazó, de különben szerkezetnélküli külső réteg (*Cytoplastemontons layer*) ellenben, azaz, a mit HAECKEL ectodermának mások mesodermának tekintenek, nem egyéb, mint egy „Common dormitory”, melyen a *Monád-társaság* nyugszik. Ezen felfogáshoz híven a szivacsokat a Flagellátok egyes családjaiba (*Monadoidae*, *Bicosaccidae*, *Codosigoidae*, *Anthophysidae* etc.) véli be osztandóknak.¹

JAMES-CLARK-nak ezen felfogása a spongiológok részéről, kik mai-nap valamennyien LEUCKART-nak 1854 óta követett beosztásához csatlakoznak s a szivacsokat Coelenteratoknak tekintik, hidegen utasított vissza s mellette tudtommal csak egy hang emelhetett, STEIN-é, ki nem tartja azt egészen elvetendőnek.²

Számos új alakot irt le legújabbán BÜTSCHLI egy

* HAECKEL szerint a szóban forgó szivacs nem *Leucosolenia botryoides*, hanem valószínűleg az *Ascartis fragilis*-szal azonos. Die Kalkschwämme I. Berlin. (1872) 25.

¹ On the Spongiae Ciliatae as Infusoria Flagellata; or Observations on the Structure, Animality, and Relationship of *Leucosolenia botryoides*, Powerbank. Memoirs read before the Boston society of natural History. iii. Boston 1867.

² III. 10.

a Flagellátok pontosabb ismeretét lényegesen előmozdító értekezésében.¹ Mindazon dolgozatok közül azonban, melyek EHRENBURG óta a Flagellátokkal foglalkoztak, a legfontosabb kétségkívül STEIN 1859-ben megkezdett nagyszabású monografikus munkájának 1878-ban megjelent III. része,² mely az összes Flagellátokkal foglalkozik s ezeknek ismeretét minden irányban egy hatalmas lépéssel előre viszi. E nagy terjedelmű munkából, melyet STEIN maga egész élete legnehezebb s legfáradtságosabb, de egyszersmind legjobb dolgozatának is tekint, eddigelé csupán a még befejezetlen általános rész jelent meg, de a már megjelent részből is, mely a rövid osztályzást s a magyarázattal ellátott táblákat tartalmazza, kivehető, mily nagyszámú új alakkal s mily tömördek új alak-s élettani adattal gazdagítandja az utolsó 30 év legnagyobb bűvára a Flagellátoknak ismeretét.

A moszatok és gombák rajzóspórái meg a Flagellátok közötti viszony.

A moszatok rajzóspóráinak fölfedezése, mint fennebb kifejtém, UNGER és THURET vizsgálatai következtében már 1843-tól kezdve, tetemesen megingatta azon felfogást, hogy a Flagellátok a csillószőrös ázálékállatokkal mellé tartoznak s SIEBOLD-ot arra indította, hogy az *Astasia* és *Peridiniumfélék* kivételével az összes Flagellátokat a növényországba utasítsa.

A legalsóbb növények kifejlődése körül tett újabb tanulmányok a Flagellátok egy részének a moszatokkal való legszorosabb rokonságát csak még megerősítették, s BRAUN SÁNDOR-nak, NÄGELI-nek, COHN-nak s másoknak vizsgálatai mind azon eredményre vezettek, hogy a levélzöldet tartalmazó Flagellátok nagy része, nevezetesen a *Volvocineák*, a *Palmellaceák* rendébe tartozó egysejtű moszatoktól erőszak nélkül el nem választhatók s velők mint egy külön család képviselői, okvetetlenül egyesítendők. Ugyanez áll a *Chlamydomonasok*- és *Chlamydococcusokról* (*Haematococcus Flotow*) is, melyek a *Protococcaceák* családjában lelik természetes helyöket. Ez utóbbiakkal pedig kétségkívül legszorosabb rokonságban állanak EHRENBURG levélzöldet tartalmazó *Monasféléi*: *Monas grandis*, *M. tingens*, *Uvella virescens*, *M. Bodo*, *Microglana*

¹ Beiträge zur Kenntniss der Flagellaten und einiger verwandten Organismen. ZWZ. XXX. ii. 1878.

² Der Organismus der Infusoriensthiere. III. Abth. Mit 24 Kupfertafeln. I. Hälfte. Leipzig. 1878.

punctifera, *M. monadina*, *Doxococcus ruber*, *D. Pulvisculus*), a *Cryptomonas*félék és *Astasia*félék tiszta vagy módosult levélzöldet tartalmazó képviselői, a *Dinobryum*félék, a *Cyclidium*félék közé sorolt *Chaetomonas*, s végre még a zöld vagy barna *Peridinium*-félék is, melyek a *Volvocineák*tól s a *Chlamydomonas*tól alig választhatók el; s LIECKHART csak következetesen járt el, midőn mindezen Flagellátoknak helyét a moszatok között jelölte ki.¹

A legsőbb gombák szaporodásának jelenlegi ismerete továbbá azt tanítja, hogy a *Phycomycetes* rendébe tartozó több gomba-család képviselői, nevezetesen a *Peronosporák*, *Saprolegnia*- és *Chytridium*-félék, melyek sok tekintetben a zöld *Siphonák* és *Protococcaceák* szintelen parallel csoportjait képviselik, szintén rajzospórák által szaporodnak, melyek oly viszonyban állanak a szintelen Flagellátokhoz, nevezetesen a *Monas*félékhez, mint a moszatok rajzospórái a zöld Flagellátokhoz: azaz tőlük alaktani tekintetben alig térnek el.

E szerint tehát oda jutottunk volna, hogy az összes Flagellátokat a növényország tagjai gyanánt tekintsük.

Nem, ezt mindaddig nem tehetjük, míg a csillószőrös ázalékállatkákat is be nem osztjuk a növényországba. — Vannak ugyanis oly Flagellátok, melyek szájjal, garattal s alfelnyílással, sőt némelyek protoplazmatestük kéregrétegében még összehúzódó rostokkal, myophanrostokkal is birnak (*Euglenák* és *Astasia*félék) s a csillószőrös ázalékállatkáktól csupán a csillószőrözet hiánya vagy éppen csak az ostor előfordulása miatt térnek el; még pedig ezek nem valamely külön csoportot képeznek, hanem gyakran még nemileg is csak nehezen választhatók el oly alakoktól, melyek egészen növényi módon levélzölddel hasonlítanak át, sőt ez utóbbiak magok is a csillószőrös ázalékállatkák bizonyos jellemző jegyeivel birhatnak.

Elégge ismeretes, hogy a legsőbb növények körében vannak bizonyos parallel alakok, melyek egymásnak valóságos másait képezik, úgy hogy egymástól csak annyiban különböznek, hogy az egyik alak tiszta vagy módosult levélzöldet tartalmaz, és a zöld növények módjára, míg a másik levélzöldet nem tartalmaz, s a gombák módjára táplálkozik. OERSTED ezen parallel alakoknak következő sorozatát közli:

¹ Nachträge und Berichtigungen zu dem I. Bd. von J. VAN DER HOEVEN'S Handb. d. Zoologie. Leipzig. (1856) 8.

A) Tiszta vagy módosult levélzöldet tartalmazók:	B) Szintelenek:
<i>Oscillatoria</i> --- --- --- --- ---	<i>Beggiatoa</i> .
<i>Spirulina</i> --- --- --- --- ---	<i>Spirochaeta</i> .
<i>Leptothrix</i> --- --- --- --- ---	{ <i>Leptomitus</i> . <i>Hygrocerocis</i> .
<i>Palmellaceae</i> --- --- --- --- ---	
<i>Chlamydomonas</i> --- --- --- --- ---	<i>Cryptococcaceae</i> .
<i>Synedra</i> (<i>phycoxanthin</i> tartalmazó fajai.)	<i>Ch. hyalina</i> .
	<i>Synedra putrida</i> . ¹

Sőt azt is kimondhatjuk, hogy az összes moszatok és gombák szintén csak ily parallel csoportok, melyeket NÄGELI a levélzöld jelenlétében vagy hiányában rejlő jellem után mesterségesen választott ketté, s morfológiai szempontból feltétlenül helyeselhető számos illetékes bűvárnak, pl. SACHS-nak, azon eljárása, hogy a moszatokat s gombákat közös csoportba foglalja.

A mi a levélzöldet tartalmazó és szintelen legsőbb növényekről áll, teljes mértékben érvényes az a Flagellátokra is. Ezek között is vannak parallel alakok, melyek gyakran még nemileg sem választhatók el; míg azonban az egyik alak tiszta vagy módosult levélzöldet tartalmaz s növények módjára hasonlít át, addig parallel alakja levélzöld nélküli s a csillószőrös ázalékállatkákéval egészen megegyező szájjal és garattal van ellátva, s egészen az állatok módjára táplálkozik. Ilyenek pl. a következő Flagellátok:

A) Tiszta vagy módosult levélzölddel, növényi Flagellátok:	B) Levélzöld nélkül (v. ennek csak nyomaival), szájjal s garattal, állati Flagellátok:
<i>Cryptomonas</i> -fajok --- ---	<i>Chilomonas Faramecium</i> .
<i>Euglena</i> -fajok --- ---	<i>Astasia</i> (<i>Peranema</i>) fajok.
<i>Peridinium</i> -fajok --- ---	<i>Gymnodinium</i> fajok.*

Ide sorozható még az OERSTED-től is felemlített *Chlamydomonas Pulvisculus*, parallel alakjával, a *Ch. hyalinával*, mely nyilván azonos a *Polytoma Uvelával* Ehrb., a többi állati Flagellátoktól azonban garat hiánya miatt különbözik.

Az éppen előadott sorozat parallel alakjainak legbensőbb rokonságát senki sem vonhatja kétségbe, s mégis, ha a szervezeteknek növényekre s állatokra

¹ OERSTED, System der Pilze, Lichnen und Algen. Leipzig. (1873) 141.

* STEIN a páncél nélküli s állati módon táplálkozó *Peridinium*féléket a *Gymnodinium*-nembe foglalja, melyhez a *G. Vorticellát* St. G. *Pulvisculust* St. (= *Peridinium Pulvisculus* Ehrb.), *G. roseolum* St. (= *Glenodinium roseolum* Schmarida) számítja. (III. 90.)

való populáris megkülönböztetéséhez ragaszkodunk, nem tehetünk egyebet, mint hogy egyik részüket a növényországba, a másikat pedig az állatországba iktassuk, melyekben a csillószőrös ázalékállatkák ép oly közeli rokonaik, mint amazoknak a Palmellaceák. A *Cryptomonasok* s *Euglenák*, épen úgy mint a *Chlamydomonas Pulvisculus* is, rajzó idejük befejeztével vagy átlátszó, szintelen kocsonyás burkot választanak ki (*Gloeococcus-állapot*), vagy pedig szilárd cellulóze burkot (*Chroococcus-állapot*); — az előbbi esetben rövidebb, az utóbbiban többnyire hosszabb pihenés után ismételt oszlás által szaporodnak; az ifjú nemzedék azután rajzásra kel, hogy az épen leírt tenyésztési folyamatot ismétlje. Ha már most ezen tiszta levélzöldet vagy ennek módosulatát tartalmazó s egészen a növények módjára táplálkozó rajzók sem szervezeti s táplálkozási viszonyukat, sem tenyésztésük menetét tekintve, nem térnek el a Palmellafélék családjába tartozó egysejtű moszatoktól (*Palmella*, *Gloeocystis*, *Tetraspora*, *Vacuolaria* stb.), legkevesebbé sem akadhatunk fenn azon, hogy CIENKOWSKI a *Cryptomonas oratát*, a *Chlamydomonast*, s az *Euglenákat* a *Palmellaceák* közé sorozza.^{1*}

A *Peridiniumfélék*, mint CLAPARÈDE és LACHMANN vizsgálatai bizonyítják, levétvén páncélukat, orsó- vagy félholdalakú tokokká változnak, melyeken belül egy új nemzedék fejlődik. Úgy látszik, hogy ebben az alakban a *Peridiniumfélék* is megegyeznek bizonyos egysejtű moszatokkal s a Palmellaceákkal szintén igen közeli rokonságban állanak.

A minő közel jutnak azonban a levélzöldet tartalmazó Flagellátok, pihenési idejük alatt, az egysejtű moszatokhoz, úgy, hogy ezektől alig választhatók el: ép oly közel állanak szintelen parallel alakjaik, — világosan kivehető szájuk s garatuk lévén s elnyelt idegen testekkel táplálkozván, — a csillószőrös ázalékállatkákhoz. STEIN bizonyára jogosan emeli ki, hogy bizonyos szintelen Flagellátok egész szervezetüket tekintve, félreismerhetetlen analogiát mutatnak bizonyos csillószőrös ázalékállatkákkal.² Valóban a legnagyobb mértékben meglepő azon megegyezés,

mely különösen a test általános alakját s a garatnak szerkezetét illetőleg bizonyos szintelen Flagellátok és Ciliátok között van, úgy, hogy egymástól csupán az ostor jelenléte, illetőleg hiánya következtében térnek el, s ha e jellemre nagy súlyt nem fektetnénk, okvetetlen egymás mellé volnának a rendszerben helyezendők. Ezen megegyezés annyira fokozódhatik, hogy csak igen erős nagyítás alkalmazása s éles megfigyelés mellett lehetséges bizonyos Flagellátokat a Ciliátokhoz tartozó szakasztott mássaiktól megkülönböztetni. Épen nem lehet azon csodálkozni, hogy EHRENBURG pl. az *Astasia* (*Peranema*) *trichophorát* *Trachelius trichophorus* név alatt a csillószőrös *Tracheliusfélék* családjába, egy *Craspedomonasfélé*t s az *Anthophysát* pedig a *Vorticellafélék* közé helyezte; hiszen bizonyos apró *Craspedomonasféléket* még 1852-ben STEIN is fiatal *Vorticelláknak* tartott;¹ sőt én igen valószínűnek tartom, hogy a GREEFF RICHÁRD-tól *Epistylis minutus* elnevezés alatt leírt és rajzolt parányi *Epistylis*-telep, melynek egyénei 400-szoros nagyítás alatt csak mintegy 4 mm. nagyságúak,² sem egyéb az *Epistylis*hez bámulatosan hasonlító *Dendromonas virgariánál* STEIN, melyet már előbb WEISSE *Epistylis virgaria* név alatt írt le. A *Bicoccafélék* családjába tartozó Flagellátok, melyek más irányban a *Dynobryionfélékkel* állanak rokonságban, némi tekintetben az *Ophrydiumfélék*, nevezetesen *Cothurniák* és *Vaginicolák* szerkezetét ismétlik. Az összetéveszthetőségig nagy továbbá az a megegyezés, mely a *Peridiniumok* szintelen alakjai, azaz: a *Gymnodiniumok* s a *Cyclodiniumfélék* családjába tartozó *Urocentrum Turbo* között van. S ismét egy cseppet sem lephet meg az, hogy JAMES-CLARK az utóbbi csillószőrös ázalékállatkát *Peridinium Cypripedium* elnevezés alatt, mint a *Peridiniumfélék* egy új fajtát írta le.³ A szervezeti eltérés a *Gymnodinium* és *Urocentrum* között csak abban áll, hogy az utóbbinál a testet két nem egészen egyenlő félre osztó, gyűrűs mélyedést szegélyező, csillószőrökön kívül, a nagyobb

¹ Ueber Palmellaceen und einige Flagellaten. AMA. VI. (1870) 426.

* Különben a gömbbé húzódba betokozott *Euglenákat* már KÜTZING is a moszatok közé sorolta; a *Myrocystis austriaca* és *M. Noltii* ugyanis az *Euglena senegrinának*, a *M. olivacea* és *M. minor* pedig az *E. viridisnek* látszik megfelelni.

² III. p. V.

¹ Neue Beiträge zur Kenntniss der Entwicklungsgeschichte und des feineren Baues der Infusionsthiere. ZWZ. III. 481.

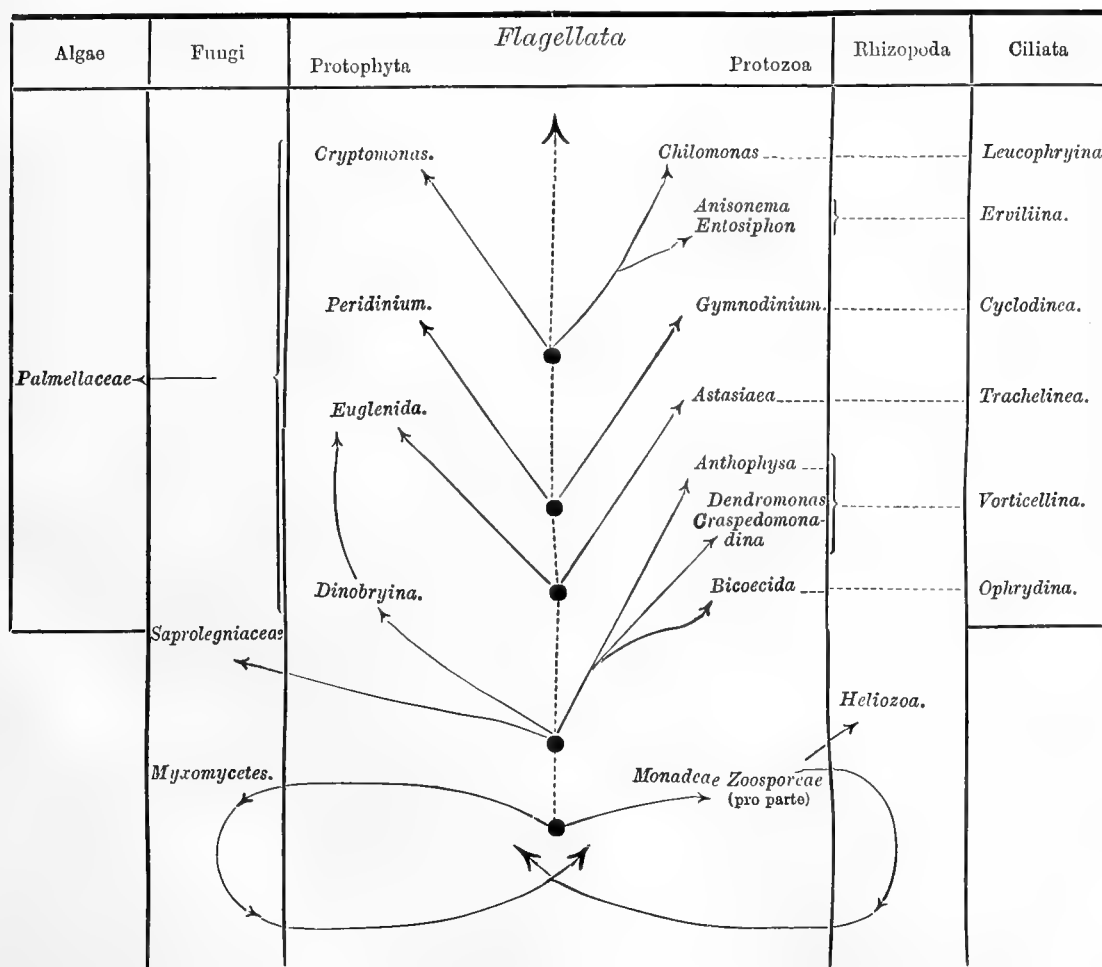
² Untersuchungen über die Naturgeschichte der Vorticellen AN. 36—37. Jahrg. (1870—71) t. VI. f. 5.

³ Proofs of the Animal Nature of the Cilioflagellata Infusoria, as based upon Investigations of the Structure and Physiology of one of the Peridiniae (*Peridinium Cypripedium*, n. sp.). — Proceeding of the American Academy of the Arts and Sciences. February, 1865. Conf. STEIN II. 148.

testfél végét kivéve, az egész test meglehetősen hosszú, de igen vékony, gyengéd csillószőröktől borított,* s továbbá, hogy az ostort egy hosszú csillószőrökből összepödört elhegyesedő bojt helyettesíti. Ez az utóbbi különbség alig tartható fontosnak, minthogy a *Monas-félék* egy fajokban gazdag neménél, a rovarok s béka-álczák belében gyakran tömérdek mennyiségben előforduló *Lophomonas*oknál, az ostort szintén hosszú, finom csillószőrből pödört bojt helyettesíti. A *Chilomonas* *Paramecium* végre, melyet PERTY levélzöldet tartalmazó parallel alakjaival, a *Cryptomonas*-

fajokkal, nem minden jogosultság nélkül vont össze egy fajba (*Cryptomonas polymorpha* PERTY), testalakját s garatjának szerkezetét tekintve, épen úgy megegyezik a *Leucophryis-félék* családjába tartozó *Colpidium* *Colpodával*, valamint a *Chilomonas* legközelebbi rokonai az *Anisonema*- és *Entosiphon*-nembe tartozó Flagellátok az *Ervilia-félékkel*. — E szerint tehát a Flagellátok között ismét a Ciliatokkal parallel futó alakokra akadunk, úgy, hogy mindent tekintetbe véve, a Flagellátokat, ismereteink jelen állása mellett, tényleg ép oly kevésbé vagyunk képesek a véglényeknek — legyen szabad a kifejezést használnom — legállatiabb képviselőitől, a csillószőrös ázálékállatkáktól elválasztani, mint e gyökérlábúaktól, moszatoktól s gombáktól, melyekkel többé-kevésbé szoros rokonsági kapcsolatok vannak összefűzve, mit néhány Flagellátnak következő, magyarázatra alig szoruló, rokonsági táblázatával akarok érzékíteni.

* Ilyennek találtam én, többször ismételt vizsgálataim után, az *Urocentrum* csillószőrözetét, míg STEIN a *Cyclodina-félék*-nél (*Urocentrum*, *Didinium*, *Mesodinium*) csupán 1 vagy 2 csillószőr-övet különböztet meg (II. 148), mi ha állana, csakugyan nem lehetne az *Urocentrum*ot a *Peridinium-félék*-től elválasztani.



Ha mindezek után a Flagellátok rokonsági viszonyait puhatóljuk, nem lehet fel nem ismernünk azon igazságot, melyet BORY DE ST. VINCENT 1828-ban igen találóan fejezett ki a következő szavaival: «A természettudományokban a tanulmányozás könnyítésére elfogadott országokra, rendekre, osztályokra, sőt nemekre való összes beosztás többé-kevésbbé önkényes. Ha a típusoknak tartott tárgyakat tekintjük, igaz, hogy megkülönböztető jegyeik első pillanatra meglepnek, de meglepnek egyszersmind azon árnyalatok is, melyek a határokon szétmosódnak. A legjellemzőbbek az egyiknek a másikba való átmenetével végződnek; az emlékezőtehetség segítségére képzelt határvonalakat vontak, melyeket a természet maga nem emelt ki, valamint nem vont határvonalakat azon különböző szalagok között sem, melyek a szivárványt alkotják.»¹

A ki ezen igazságban megnyugodni nem tud, annak nem marad más hátra, mint az, hogy vagy az összes Flagellátokat a növényországba helyezze, mint ezt LEUCKART ajánlotta 1856-ban, vagy hogy az állatokhoz sorolja, de egész következetességgel s a fatális konzekvenciák elől való kitérés nélkül, mint DRIESING tette 1866-ban, midőn ezeket mondja: «különös tekintetbe vételt érdemelnek még azok a szervezetek, melyeket némely botanikus a moszatok rajzospóráinak tartott 1; 2, 4 vagy több ostorral s gyakran egy piros ponttal. — Azon föltevésből indulva ki, hogy a szóban forgó szervezetek pontosabb tanulmányozása ezeknél is ki fogja jövőben mutatni a szájnilylást s a *Prothelminthek* testének belsejében annyira jellemző összehúzó hólyagocskákat, azt hiszem, hogy ezen ostoros s többnyire piros foltos rajzospóráknak vélt szervezeteket a növényországból el kell távolítani, s a moszatokban élősködő s fejlődőket ezekben átélő *Monasféléknek* kell tekinteni.»² Vagy végre, oly általános értékű szervezeti különbségeket kell kimutatni, melyekkel a Flagellátok állati csoportja a növények rajzospóráitól élesen különbözik. Ez utóbbit kísértette meg legújabbán STEIN, de mint a priori várható, nem juthatott kielégítő eredményre. STEIN a rajzospórák és állati Flagellátok kö-

zötti különbséget abban vélte felfedezni, hogy az utóbbiaknak minden esetben a csillószőrös ázalékállatkákéval egyenértékű magjuk s lüktető üröcskéjük van, melyek a rajzospóráknál egészen hiányzanak.¹ Ezen állati jegyekre támaszkodva egészen ugyanazon terjedelemben vette be a Flagellátokat az állatországba, mint EHRENBURG; azaz: a szájjal és garattal ellátott s állatok módjára táplálkozó Flagellátok mellé még fölvette a *Dinobryon*-, *Chrysomonas*-, *Chlamydomonas*-, *Volvox*-, *Hydromorium*-, *Cryptomonas*- és *Chloropeltisfélék* családait, melyek (a *Cryptomonasfélék* néhány képviselőjét kivéve) mind egészen a növények módjára táplálkoznak, azaz tiszta vagy módosult levélzöldjökkel hasonlítanak át. Ismereteink jelen állására támaszkodva azonban egész határozottsággal állítható, hogy STEIN megkülönböztető jegyeinek általános értéket nem lehet tulajdonítani; még pedig nem azért, mintha STEIN-nak nem sikerült volna pontos vizsgálataival a magot s lüktető üröcskéket az összes, általa állatoknak tekintett Flagellátnál kimutatni, hanem azért, mert mind a magok, mind a lüktető üröcskék — a gombák- és gyökérlábúakkal egyaránt szorosan összefont *Myxomyceték* rajzóit és *Myxomyceták* nem is tekintve, — több moszat rajzóinál is tényleg előfordúlnak. A mi először is a magot illeti, erre nézve SCHMITZ legújabb fontos dolgozata veendő tekintetbe,³ melyben kimutatta, hogy haematoxylin-festés alkalmazásával sikerül számos moszat- és gombasejtben az eddig ismeretlen magot felfedezni. Nevezetesen: a *Vaucheriák* rajzospóráinak szintelen kéregplasmájában több, szabályos távolságokban álló mag van, mely eddig egészen elkerülte a bűvárok figyelmét; nemkülönben fölfedezte SCHMITZ a sejtmagot a *Codium*, *Drapalnaldia*, *Saprolegnia* stb. rajzospóráiban. MAUPAS továbbá, STEIN ellenében kiemeli, hogy a *Confervafélék* családjába tartozó *Microspora floccosa*-nak, valamint az *Oedogoniumok* rajzospórái maggal ép úgy el vannak látva, mint a *Volvoxfélék* sejtjei.³ Ezek után tehát igen valószínű, hogy a további vizsgálatok egyéb moszatok rajzospóráinak magját is ki fogják mutatni. A mi pedig a lüktető üröcskéket illeti, ezekre nézve kiemelendő, hogy FRESSENIUS az

¹ III. 47.

² Untersuchungen über die Zellkerne der Thallophyten. Sitzungsab. der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- u. Heilkunde zu Bonn. 4. Aug. 1879.

³ CR. 1879. Conf. Bot. Ztg. 26. Sept. 1879. No. 39. p. 628.

¹ Dictionnaire classique d'histoire naturelle. XIV. Paris (1828) 330.

² Revision der Prothelminthen. Abth. Mastigophoren. Sitzungsab. der math. naturwiss. Classe der kais. Akademie der Wiss. L. i. Wien. (1866) 288—89.

Apiocystis Brauniana nevű *Palmellacea* rajzospóráinál már 1858-ban kimutatta a lüktető üröcske jelenlétét,¹ CIENKOWSKI pedig fölfedezte a lüktető üröcskéket a *Gloccocystis*-, *Pleurococcus*-, *Tetraspora*-, *Parmella*-, *Hydrurus*-, *Vacuolaria*-nál.² Ezen észleletek ellenében fel lehetne ugyan hozni, hogy csakis azt bizonyítják, hogy a felsorolt *Parmellaceák* a növényországból az állatországba teendők át, mire STEIN különösen három *Parmellaceára*, a *Tetrasporára*, *Gloccococcusra* és *Dictyosphaeriumra* nézve igen hajlandónak látszik.³ De bizonyára nem lehet ugyanezt mondani a *Stigeoclonium*, *Chaetophora* és *Draparnaldia* rajzospóráiról, mely két előbbinél CIENKOWSKI,⁴ az utóbbinál pedig DODEL-PORT két, szabályos időközökben összehúzódó, lüktető üröcskét fedezett fel;⁵ vagy az *Ulothrix zonata* rajzospóráiról, melyeknél STRASBURGER minden 12—15 másodperc alatt lüktető üröcskét mutatott ki,⁶ mely fölfedezés helyességét DODEL-PORT ezen moszatnak mind makro-, mind mikrozoospóráira nézve megerősítette;⁷ vagy végre a burgonyabetegséget okozó *Peronospora infestans* egészen a *Heteromita* nevű *Monad*-nak szervezetével bíró rajzospóráiról, melyeknél DE BARY szintén kimutatta a lüktető üröcske jelenlétét.⁸ Mindezekből az következik, hogy valamint másoknak, úgy STEIN-nak sem sikerült az állati és növényi Flagellátok között általános értékű különbségeket kimutatni, — még pedig kétségtelül azért nem, mert ily különbségek egyáltalán nincsenek.

Catallacták.

HAECKEL *Magosphaera Planula* elnevezés alatt egy sajátságos tengeri véglényt írt le, mint egy külön csoportnak, a *Catallacták* csoportjának képviselőjét, mely életének különböző szakaiban, mint felfedezője

mondja, majd egysejtű moszatnak, majd *Volvox-félének*, majd csillószőrös ázalékállatká-nak, majd végre *Amoeba*-nak volna tartható.¹ A *Magosphaerák* életüknek első szakában mintegy 0.07 mm. átmérőjű, nagy maggal ellátott, gömbölyű, sárgás protoplazmájú sejtek, meglehetősen vastag, átlátszó burokkal, mely ott, hol a gömb moszatokra van tapadva, egy mycropyleszerű nyílással van megszakítva. — A *Magosphaera* ily módon betokozva, igen hasonlít egy egysejtű moszathoz, vagy még inkább egy állati petéhez. Ezen sejt, mint valamely holoblasticus pete, szabályos oszlás után 2, 4...32 fióksejtre esik szét, melyek a burok megpukkantával egyideig még együtt maradnak, s mint egy *Volvox*-gömb, szabad rajzásra kelnek. A családgömb egyes sejtjei csengetyűalakúak, s a gömb középpontján egy-egy farkszerű nyúlvánnyal épen úgy függenek össze, mint pl. a *Synura Urella* sejtjei; a *Volvox*-félék egyénitől azonban a levélzöld teljes hiányán kívül még abban is eltérnek, hogy a családgömb felületét képező csönkített végük nagyszámú, finom, hosszú csillószőrökkel borított. A *Volvox*-félék vagy *Planula*-álcák módjára hömpölygő gömbök, egy idei rajzás után, szétessenek egyes sejtjeikre, melyek egy-egy nagy magon kívül még egy lüktető üröcskét is tartalmaznak, s testük szabását tekintve, igen hasonlítanak a peritrich ázalékállatkákhoz, melyek még egy ideig vígan úszkálnak s karminszemecskéket mohón nyelnek el; később azonban visszahúzzák farkukat s csillószőreiket, változó állabakat bocsátanak ki s egészen úgy viselik magukat, mint valóságos *Amoebák*. Ez utóbbiaknak betokozódását HAECKEL közvetlenül nem észlelte ugyan, de fölteszi, hogy a petékhez hasonló gömbök az egyideig szabadon élő *Amoebák*ból fejlődnek. Ha a leirt fejlődésmenet csakugyan egy önálló véglényé, úgy bizonyára megérdemli azon nagyérdékű csoport, melybe tartozik, a *Catallacta*, azaz közvetítő (*καταλ-λακτης* = közvetítő) elnevezést, mert a véglények különböző csoportjait közvetíti.

Noctilucafélek.

Már 1836 óta ismereteseek, SURINARY vizsgálatai után, a *Noctiluca miliaris* elnevezéssel jelölt apró tengeri szervezetek, melyek gyakran nagy területeken ujjnyi vastag nyálkás réteg alakjában vonják be a tenger felületét, éjjel fényt árasztanak, s fő okozói az Európa körüli tengerek világításának. A *Noctiluca*t

¹ Beiträge zur näheren Kenntniss mikroskopischer Organismen. Abgedr. aus den Abhandl. der senckenbergischen nat. Gesellsch. Frankfurt a. M. 1858.

² Ueber Palmellaceen und einige Flagellaten. AMA. VI. (1870) 422.

³ III. 50.

⁴ Ueber Palmellenzustand bei Stigeoclonium. Bot. Ztg. XXXIV. (1876) 70.

⁵ Ulothrix zonata, ihre geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung. Jahrb. d. wiss. Botanik X. (1876) 449.

⁶ Ueber Zellbildung und Zelltheilung. I. Aufl. 157.

⁷ Op. c. 448.

⁸ HUXLEY, Az állat- és növényország határöve. Ford. HORVÁTH GÉZA. Term. tud. közl. IX. (1877). 70.

¹ Studien über Moneren. 139.

előbb a *Hydromedusák* közé, a *Diphydák* családjába sorolták, s úgy látszik, hogy DEJARDIN volt az első, ki miután DOYÉRE a *Noctiluca*-nak a *Gromiák*-kal való rokonságára figyelmeztetett, az ázalékállatkák közé sorozandónak tartotta, mint a *Peridinium*-félék rokonait.¹ Újabb vizsgálatok megerősítették azt, hogy az egysejtű *Noctiluca miliaris* egyrészt a gyökérlábúakkal, másrészt a Flagellátokkal áll rokonságban s a véglények egy külön osztályának (*Noctilucae* aut., *Cystoflagellata* Haeckel, *Myxocystodea* V. CURUS) képviselője. A *Noctiluca*-nak mintegy 1 mm. nagyságot elérő, gömbölyüded vagy vesealakú, szintelen, átlátszó teste finom, szerkezetnélküli hátráival van burkolva s mint a baraczk, délkörös mélyedéssel ketté van osztva. Ezen délkörös mélyedés egyik végén van a szájnílás, mely egy chitinszerű, kemény, hegyes fogalakú képletet visel; e mellől egy finom, szerkezetnélküli ostor, s továbbá egy vastagabb, harántul csikolt tapogatószerű nyulvány indul ki, mely SCHULTZE M. szerint feltűnően emlékeztet egy *Medusa*-nak, az *Aeginopsis mediterranea*-nak, párkányfonalaira,² s ez a *Noctiluca* tulajdonképi evező-szerve. A szájától egy tölesérszerű mélyedés vezet a test protoplazma-tömegébe, melyből minden irányban sugaras nyulványok indulnak ki, s melyek a környék felé finoman elágazódva, a test cuticuláris burkát belülről bevonó protoplazma-rétegen végződnek s egészen olyanok, mint a gyökérlábúak állabai, vagy a növénysejtek sugaras plasmafonalai, és a test víztiszta nedvvel kitöltött belsejében áramló protoplazma-gerendázatot képeznek. Lüktető üröcskék hiányzanak, a protoplazma tömegében ellenben egy nagy mag foglal helyet. Az elnyelt tápszerek, Diatomeák, Oscilláriák, kisebb héjasok (Crustacea) stb., mint az ázalékállatoknál, üröcskékben emésztetnek meg.

A *Noctiluca miliaris* a *Noctiluca*-félék osztályának egész a legújabb időig egyedüli képviselője volt, s csak az 1876/7. év telén sikerült HERTWIG RICHARD-nak egy vele közel rokon szervezetet felfedezni a messinai öbölben, melyet *Leptodiscus medusoides* név alatt irt le.³ Ezen sajátos szervezet oly bámulatosan hasonlít az *Eucope*-félék és *Trachynema*-félék családjába tartozó apró *Medusák*-hoz, hogy mint

HERTWIG mondja, első pillanatra bizonyára mindenki *Medusának* tartaná. Mintegy 1.5 mm.-nyi tekintélyes nagyságot elérő teste kerek s nyugalomban lapos óraüvegalakú, alul vágjt, felül domborodott, középpontjától a szélek felé elvékonyodó. Úszás közben egészen úgy, mint a *Medusák*, testét összehúzza, harangalakot ölt s a harang alól kinyomott víz visszalökő erejétől, mintegy lüktetve, sebesen vitetik tova, hogy néhány gyorsan egymásra következő erős lökéstől ide-oda lökette, ismét kitárt koronggal pihenve lebegjen a víz felületén. A *Medusákkal* való hasonlatosságot még kiegészíti az, hogy a korong szegélyébe szabályos távolságokban kis gömbölyüded képletek vannak beágyazva, mint a *Medusák* u. n. *szegélyszervei* (Randorgane, Randkörper), melyek azonban csupán kis protoplazma-gömböktől képezetnek. Ezzel a *Medusa*-testtel való megegyezés véget ér. A korong belsejében egy középső protoplazma-tömegből, mely egészen a *Spirochona gemmipará*-éval megegyező szerkezetű magot rejt magában, mint a *Noctiluca*-nál, protoplazma-hálózat indul ki, melyet finom végek rögzítenek a korongot bevonó cuticulához. A korong domború felületéből két excentrikusan elhelyezett s mintegy 135° tompaszög alatt egymás felé futó cső vezet a korong belsejébe; az egyik meglehetősen tág s nyilván a garatnak felel meg, a másik ellenben szűk s ebből egy finom, szerkezetnélküli, fonalas ostor indul ki. Egészben véve tehát a *Leptodiscus* a *Noctiluca*-tól alakján kívül a fog- s harántul csikolt tapogató hiánya által tér el.

Szorosabb értelemben vett csillószőrös ázalékállatkák (*Ciliata*).

A véglényeknek legelőkelőbb, legállatiabb képviselői, a csillószőrös ázalékállatkák, LEEUWENHOEK-től kezdve minden időben a búvárkodás legfőbb tárgyát képezték s ennek következtében legjellemzőbb képviselőikkel korán megismerkedtek; az újabb kor búvárai a csillószőrös ázalékállatkák szervezetének s szaporodásának ismeretét ugyan tömördek nagybecsű észlelettel gazdagították, s a haláláig (1876) tevékeny EHRENBERG, STEIN, CLAPARÈDE és LACHMANN, ENGELMANN, COHN, WRZESNIEWSKI és mások, számos új alakot irtak le; ezeknek túlnyomó nagy része azonban a csillószőrösöknek már ismert csoportjaiba tartozik, s kevés közöttök az ismertektől többé-kevésbé lényegesen eltérő családok képviselője. Az utóbbiak közé tartozik a STEIN felállította *Spirochona*-félék családja két fajjal, a *Spirochona gemmipará*-val és *Sp.*

¹ Dictionnaire universel d'histoire naturelle. Paris 1849. VIII. 660.

² Polythalamien 38.

³ Ueber Leptodiscus medusoides, eine neue den Noctilucen verwandte Flagellate. Jen. Z. XI. Neue Folge IV. (1877).

Scheutenii-vel¹ Az előbbi STEIN fedezte fel, az oly érdekes ázálékállatkákat viselő édesvízi *Gammarus Pulex*-nek kopolyúlevelein, az utóbbit pedig SCHEUTEN, amsterdami kereskedő, édessel kevert tengervízben (Brackwasser) élő *Gammarusok* utópotrohi lábainak sertéin. A *Spirochona* rövid, merev kocsányon ülő, az *Ophrydiumok* vagy a megnyultabb testű *Operculáriák* testalakjával biró, de egészen merev ázálékállatkák, melyeknek szabad felső testvégéből egy csillószőrököt viselő, pörgén csavart lemezszerű gallér indul ki; egyetlen lüktető üröcskéjük s garatjuk, elhelyezését s az utóbbi szerkezetét illetőleg is, meglehetősen megegyezik a *Vorticellafélék*ével; egyetlen magjuk ellenben gömbölyödött vagy tojásdad, vagy oldalt álló magocskával, mint számos *Oxytrichafélének* magja, gyakran résszerű üröcske által kettéosztott. STEIN a *Spirochona*-féléket a *Peritrichék* rendében egy külön család képviselőinek tekintti. Egy másik, STEIN-től felállított s szintén a *Peritrichék* közé sorolt érdekes családot képeznek az *Ophryoscolexfélék* az *Ophryoscolex* (*O. Purkinjei* és *O. inermis*) és *Entodinium*-nimmel (*E. bursa*, *E. dentatum* és *E. caudatum*).² Az *Ophryoscolex*-félék első pillanatra igen emlékeztetnek apró kerékállatokra s ezekkel nyilván többször össze is tévesztettek,* különben közel állanak a *Spirochona*- és *Vorticellafélék*hez, de nincsenek rögzítve. Az *Ophryoscolex*-nemnél féregszerűleg megnyúlt, az *Entodinium*-nál tojásdad, lapított test merev cuticulával van borítva, mellül ingmanchettehez hasonló kitolható s visszavonható erős sertékkal szegélyezett örvényszervvel; ennek alapján nyílik a száj, a test hátsó végén pedig az alfel, mely alatt az *Ophryoscolex Purkinjei*-nél merev sertéktől képezett farkszerű tövis nyúlik ki; az *Ophryoscolexeknél* a test közepét, a hátat s oldalt elfoglaló erős sertéktől képezett örv övezi, mely az *Entodiniumoknál* hiányzik. Magjuk tojásdad vagy szalagalakú, oldalt álló magocskával; lüktető üröcskéiknek száma 2, vagy több. Az *Ophryoscolexfélék* a *Parameciumfélék* családjához tartozó *Isotricha intestinalis*-szal együtt egészen állandó lakói a kérődzők ben-

dőjének s a lovak vakbelének, s oly nagy mennyiségben fordulnak elő, hogy WEISS szerint, egy gran bendőtartalomra 15—20 egyén esik, és súlyra nézve, mintegy $\frac{1}{4}$ részét képezik a gyomortartalomnak.¹ A bendőben élő ázálékállatkákról az első említést DELAFORD és GRUBY ugyan már 1843-ban tették,² tüzetesebb ismeretők azonban, mint említők, STEIN-nak köszönhető.

A *Peritrichéknek* egy harmadik, STEIN-től felállított új családját, a *Gyrocorysféléket*, a *Gyrocorys oxyura* képviseli, egy kalandos termetű ázálékállatka, mely mocsárvizekben nem gyakori ugyan, de ha előfordul, mindig nagy mennyiségben található. STEIN Niemeck és Prága körül, én magam Kolozsvár körül többször találtam kénhidrogént árasztó mocsárvízben, melyben *Beggiatoák* tenyészték s miként STEIN, úgy én is, mindig a *Metopus Sygmoides* társaságában. A *Gyrocorys* teste körte alakú s hosszú hegyes farkba folytatódik. A merev testet hártvas parabolaszerű harangalakú köpeny környezi, melyben a *Gyrocorys* teste a harang szíveként foglal helyet, s hátul kissé kiáll; ezen harang a hasoldalon egy hosszirányú, sarlóalakulag hajlott, szűk mezőt szabadon hagy, melyből igen hosszú csillószőrök indulnak ki; ugyanezen mező lefutásában erősebb s rövidebb csillószőrök egy a szájhoz vezető ívet képeznek. A test hátsó végén egy nagy lüktető üröcske, belsejében pedig 3—4 tojásdad mag foglal helyet. Kiemelendő még, hogy a test mellső részének hátí, azaz a szájjal ellenkező oldalán sötét szemecskékből alakult szemfolt foglal helyet.

Vége STEIN 1862-ben a német orvosok s természetvizsgálóknak Karlsbadban tartott 37-ik vándorgyűlésén, *Peritromus Emmae* elnevezés alatt, egy a keleti tengerben Wismar mellett felfedezett, a *Hypotrichék* rendébe tartozó ázálékállatkát írt le, mely az *Oxytrichaféléket* a *Chlamyodontokkal* összekapcsoló új családnak (*Peritromina*) egyetlen eddig ismert képviselője. A *Peritromus* a *Krona Polyporum* alakjával bir s szájának s szájjperemének szerkezetét, valamint kettős magját tekintve, az *Oxytrichafélékkel* egyezik meg, egész hasoldala azonban sűrűn álló, egyenlő nagyságú finom csillószőrökkel borított, mint a *Chlamyodontoknál*. Felette feltűnő s idegenszerű a *Peritromusnak* viselkedése nyugtalanításkor; ekkor ugyanis testének közepe felé görcsö-

¹ ZWZ. Z. III. (1852) 485. Továbbá: Die Inf. 206.

² Lotos, IX. Prag. 1859. Továbbá. Abh. der k. böhm. Gesellsch. der Wiss. X. (1858). Conf. LEUCKART'S Bericht. 26. Jahrg. II. (1860) 250.

* ZÜRN pl. azt mondja, hogy a ló vakbelében kerékállatkákat talált (Die Schmarotzer auf und in dem Körper der Haussäugethiere. II. Theil. Weimar 1874 p. 443.); ezen lelet kétségkívül valamely *Ophryoscolexfélére* vonatkozik.

¹ Specielle Physiologie der Haussäugethiere. II. Anfl. Stuttgart (1869) 132.

² Recueil de Médecine vétérinaire pratique. Paris. 1843. Conf. WEISS l. c. 131.

sen összepattan s összegyűrt lemezhez lesz hasonlóvá.¹

MÜLLER JÁNOS a *Pentacrinus Caput Medusae* leírásánál már 1841-ben említést tett és le is rajzolt igen csinos, templomi szószerk (Kanzel) alakjával bíró s kovásvázból álló pánczélokot, melyeket nagy mennyiségben talált az *Alecto* (= *Comatula*) *europaea* béltartalmában.² EHRENBURG ugyanily kovaképződményekben bizonyos sokgyomrú állatkáknak, a *Dictyocystáknak* héjait ismerte fel, s a nevezett ázalékállatkának három fajtát írta le 1854-ben igen röviden.³ HAECKEL részint a messinai öbölben, részint Lanzarote, a Kanari szigetek egyike, körül az EHRENBURG *Dictyocystájával* több közel rokon ázalékállatkát vizsgált pontosabban, melyekre két új családot, a *Dictyocysta*- és *Codonellaféléket* alapította s azokat röviden a német orvosok s természetvizsgálók 1860. tartottkőnigsbergi vándorgyűlésén, tüzetesebben pedig 1873-ban ismertette.⁴ Mind a *Dictyocysta*-, mind a *Codonellafélék* igen közel állanak a *Tintinnusfélékhez*, melyektől úgy látszik, hogy maguk az ázalékállatkák csupán peremkoszorújuk bonyolódottabb, de még HAECKEL-től kielégítőleg nem tanulmányozott, szerkezete által térnek el. Testük sajátos héj fenekére van rögzítve, melybe gyorsan összepattanva, egészen visszahúzhatják magukat, s melyet a nyílt tengerben való igen gyors úszásuk alatt, mint a *Tintinnusfélék* legnagyobb része, magukkal cipelnek. A *Dictyocystafélék* héja a képzelhető legelegánsabb alakú és szerkezetű, tiszta kovásva, s annyira hasonlít bizonyos *Radiolárok*, nevezetesen a *Cyrtidek* héjaihoz, hogy, mint HAECKEL mondja, az üres héjakat, míg lakóit nem ismerte, a *Radiolárokhoz* tartozóknak tartotta. Ezen héj valamennyi ismert fajnál többé-kevésbé harang, sisak, vagy finom faragású szószerkhez hasonlít; elől tágnylású, hátul többnyire hegyesen végződő s kisebb, nagyobb ablakok által, melyek alakjukra, nagyságukra s elhelyezésükre nézve az egyes fajoknál változnak, a legcsinosabbban van áttörve. A *Codonella-félék* héja szintén harangalakú, de át nem tört, s úgy látszik, hogy tetemes kovásvartalmú chitinszerű anyag, mely némely fajoknál sokszögletű terecskék csinos mozaikjára van elkülönülve, másoknál mellső részén csinosan gyűrűzött, a hátsón pedig szabálytalan alakú kovarögöcskéket tartalmaz.

¹ Der Org. II. 365.

² Abth. d. berl. Akad. 1841. p. 233. Taf. XI. f. 6.

³ Monatsber. d. berl. Akad. 1854. p. 236. Conf. HAECKEL, l. c.

⁴ Jen. Z. VII. iv. (1873). 361.

HAECKEL valószínűnek tartja, hogy a CLAPARÈDE és LACHMANN-tól leírt nagyszámú tengeri *Tintinnus-félék* egy része a *Codonellafélékhez* tartozik.

Szívóáزالékállatkák v. Acinetafélék.

Az újabb vizsgálatok eredményei a csillósörös ázalékállatkákhoz igen közel rokonságban állóknak bizonyították a véglényeknek egy igen érdekes csoportját, melynek helyét korábbi bűvárok, kevés alaknak hiányos ismeretere támaszkodva, majd itt, majd ott jelölték ki a rendszerben. Érttem itt az *Acinetaféléket*, vagy mint CLAPARÈDE és LACHMANN nevezi, a *szívóáزالékállatkákat* (*Suctorioria*, *Infusoirs suceurs*). EHRENBURG, mint már fennebb kiemelt, az általa ismert öt *Acineta*-féle közül hármat függelék gyanánt a *Bacilláriákhoz*, kettőt pedig az *Actinophrys* szomszédságába, az *Enchelys-félék* családjába iktatott be, de kiemelte annak valószínűségét, hogy mindezek egy családban, az *Acineta-félékben* lesznek egyesítendőek. DUJARDIN s PERTY az *Acineta* és *Podophrya* nemeket a *Rhizopodok* között az *Actinophrys-félék* családjába osztotta be, sőt a *Podophrya-félék* kocsány nélküli alakját 1854-ben még STEIN is azonosnak vélte az *Actinophrys Sollal*.¹ LACHMANN-t illeti az érdem, hogy beható vizsgálatok alapján kimutatta, hogy az *Acineta-féléknek* majd egész felületéből, majd bizonyos dudorokból kisugárzó fonalas s többnyire egy gömböcskével végződő kitolható s visszahúzható nyulványai, szerkezetüket és élettani feladataikat tekintve, egészen eltérnek a gyökérlábúak állábai-tól s hogy a rajtok, mint lépes vesszőkön megakadt ázalékállatkáknak kiszívására szolgálnak, tehát *szívónyulványok*, *szívólábak*, melyeknek megfelelő képletek sem a gyökérlábúaknál, sem az ostoros és csillósörös ázalékállatkáknál nem fordulnak elő.² Ezen felfedezés helyességét minden későbbi bűvár megerősítette. CLAPARÈDE és LACHMANN-nak, valamint STEIN-nek vizsgálatai pedig kimutatták, hogy ezen szívólábakkal ellátott ázalékállatkákhoz igen nagyszámú, eddig ismeretlen alakok tartoznak, melyeket CLAPARÈDE és LACHMANN nyolcz nembe foglalt³ s számukra a Flagellátok és Ciliátok között egy külön rendet jelelt ki, a *szívóáزالékállatkákét* (*Suctorioria*), az *Acineta-félék* családjával. STEIN, miután *Acineta*-elméletét, mely az ötvenes években bűvárkodásának közepontját képezte, s egy ideig az ázalékállatkák nemzedék-

¹ Die Inf. 140.

² AAP. 1856.

³ Études. II. 381.

változás útján való fejlődésének felfedezésére vezetett, 1867-ben nyíltan s határozottan visszavonta, az *Acinetaféléket* legalább is három családra tartja szétválasztandóknak s ezek a következők: *Acineta* (*Acineta*, *Podophrya*, *Urula*, *Dendrosoma* a CLAPARÈDE és LACHMANN-féle *Trichophryával* egyesítve, ide tartozik továbbá még a *Sphaerophrya* is, melyet STEIN *Oxytrichafélék* embrióinak tekint), *Ophryodendron* (*Ophryodendron* Cl. et Lachm. = *Corethria* Str. Wright), *Dendrocometida* (*Dendrocometes* és *Stylocometes*).¹

Ismereteink jelen állásán határozottan állítható, hogy az *Acinetafélék* vagy szívóázalékállatok, miként már fennebb is kiemelttem, a csillószőrös ázalékállatokkal a legközelebbi rokonságban állanak. Nem tekintve azt, vajjon bizonyos körülmények között átalakulhatnak-e a *Vorticellafélék*, mint STEIN búvárlatainak kezdetén hitte, *Acinetákká*, minek lehetőségét ez idő szerint egészen kizártnak nem tarthatjuk; nem tekintve továbbá, vajjon a csillószőrös ázalékállatoknak ú. n. acinetaszerű embriói valódi Ciliat-embriók-e, miknek STEIN még jelenleg is tartja, vagy pedig a csillószőrös ázalékállatok belsőjébe tolatkodott s ezekben gyorsan elszaporodott elősdi *Acineták*, — mely felfogás mainap legtöbb követőt számít — mindezen végleges megoldást még nem nyert kérdéseket nem tekintve, tisztán csak a teljesen kifejlődött *Acinetafélék* s embrióiknak szervezete támaszkodva, félreismerhetetlen a Ciliatokkal való benső rokonság. Az *Acinetafélék* belső vagy külső sarjadzás útján fejlődött embriói a Ciliatoknak STEIN felállította négy rendje közül hármát, csillószőrözöket tekintve, oly tökéletesen ismételnék, hogy további fejlődésmeneteket nem ismerve, okvetetlenül ezekbe volnának beosztandók. Vannak *Acinetafélék*, melyek mint körülcillószőrözött, mások, melyek alul, s végre olyanok, melyek, mint egész testükön csillószőrözött ázalékállatok kezdik meg életüket. A csillószőr-öveket viselő *Acineta*-embriók, vagy rajzók, s a *Vorticellafélék* szabadon úszó oszlási sarjadékai között oly nagy az alaki és szervezeti megegyezés, hogy a leggyakorlottabb szem sem képes egymástól megkülönböztetni; épen ily meglepő a megegyezés az egész felületükön csillószőrözött *Acineta*-rajzók s az *Enchelysfélék*, nevezetesen az *Enchelys* és *Holophrya*-nem között. Lényeges különbség e mellett persze mégis van s ez abban áll, hogy a *Vorticella-*

és *Enchelysféléknél* jól kifejezett s szilárd táplálék elnyelésére szolgáló száj és garat fordul elő, mely az *Acineta*-rajzóknál hiányzik: azaz helyesebben, — mivel csökevényében megvan — hiányzani látszik. STEIN ugyanis a *Dendrocometes paradoxus* rajzóinál elhelyezésére, lefutására és szerkezetére nézve egészen oly garatszerű szervet fedezett fel, mint a *Spirochona gemiparának* — melynek társaságában tenyészik a *Gammarus Pulex* kopoltyúlevelein, — külső sarjadzás által képződő rajzóinál,¹ mely garatszerű szervnek jelenlétét saját vizsgálataim után csak megerősíthetem; nemkülönben kivethető STEIN szerint, egy a *Vorticellafélék* garatjával megegyezőnek látszó szerv az *Acineta mystacinának* s néha a *Podophrya fixa* és *liberának* rajzóin. CLAPARÈDE és LACHMANN továbbá a *Podophrya Troid* rajzóinak leírásánál szintén egy garatszerű szervről tesznek említést;² végre HERTWIG RICHÁRD, ki az *Acinetaféléknek* a Ciliatokkal való rokonsági viszonyainak puhatolásánál méltán nagy súlyt fektet az *Acineta*-rajzók garatjára, az általa igen pontosan tanulmányozott *Podophrya gemmipara* rajzóinál szintén állandóan talált egy a test belsejébe vezető garatszerű szervet.³ STEIN említést tesz továbbá arról, hogy több *Acinetafélének* (*Acineta solaris*, *A. tuberosa*, *A. Astaci*, *A. mystacina*, *Podophrya fixa*) rajzója egy sajátságos szájalakú szívó korongocskával van ellátva, melyből végleges rögzítődés után akocsány nő ki;⁴ hasonló mellső testvégi szívó korongocskákat talált STEIN a *Bursaria truncatella* állítólagos embrióin,⁵ én pedig ugyanily kidudorodó szemölcszerű s egészen bizonyos *Enchelysfélék* felhányt ajkára emlékeztető, korongocskát észleltem az általam leírt sósvízi *Acineta* egész felületükön csillószőrözött rajzóinak úszás közben előre irányuló testvégén⁶ s meggyőződtem arról, hogy e korongocskát a szilaj mozdulatokkal úszkáló rajzó, midőn egy-egy pillanatra megpihen, mint valóságos szívókorongot, rögzítésre használja. Valamint az előbb említett *Acineta*-rajzók csökevényes szája s garatja a *Spirochonafélék* (*Dendrocometes paradoxus*), illetőleg a *Vorticellafélék* (*Podophrya* és *Acineta mystacina*) és *Parameciumfélék* megfelelő szervével, ép úgy az utóbb említett *Acineta*-rajzók korongocskája ismét

¹ Der Org. II. 143.

ENTZ G. Végelények.

¹ ZWZ. III. 495. Továbbá: Die Inf. 214.

² Études. III. 129.

³ MJ. I. (1875) 44.

⁴ Der Org. I. 105.

⁵ Der Org. II. 306.

⁶ Term. rajz. füz. II. 4. füz.

az *Enchelysfélék* ajakdudorával látszik megegyezni. — Vajjon mily magyarázatot adjunk ezen csökevényes szájj, illetőleg garat jelenlétének? — HERTWIG, azt tartom, fején találta a szeget, midőn e tárgyra vonatkozólag a következőket mondja: «A *Podophrya gemmiparáníl* azt észleltem, hogy valamennyi rajzónál egy egészen határozott helyzetű csöves betüremlés fejlődik ki. Ezen képződmény egészen hasonlít a Ciliatok *cystostomjához*,* s mint ez csillószőrökkel s a vázhártyának (Skeletmembran, azaz cuticula) folytatásával van borítva. E szerint arra lehet gondolni, hogy mint oly sok más esetben, úgy ebben is előbb meg volt, a kifejlett állatnál azonban visszafejlődött szervezeti viszonyokra való emlékeztetések tartották fenn magukat, hogy a cystostommal ellátott csillószőrös rajzó ontogeneticiailag recapitulatiója egy valószínű csillószőrös ázalékállatkával megegyező állapotnak, melyet phylogeneticiailag egykor az egész *Acineta* osztály átélt.»¹

Ezen feltevés jogosultsága mellett látszik szólni a STEIN-től *Actinobolus radians* elnevezés alatt leírt bizarr szervezetű ázalékállatka.² — Ezen ázalékállatkának gömbölyüded, vagy fordított tojásalakú teste mellső végén szemölcszerű emelkedésen nyíló szájjal, hátul pedig az egyetlen nagy lüktető üröcskével együtt nyíló alfellel van ellátva; meglehetősen hosszú, zsinagalakú magja szabálytalanul görbített; az ázalékállatka egész felülete végre egyenlően csillószőrözött. Ezen szervezeti viszonyokat tekintve tehát, az *Actinobolus* semmiben sem tér el valamely *Enchelysfélétől*; mindezekhez hozzájárul azonban egy kétségbevonhatatlan *Acineta*-jellem, az t. i. hogy egész felületén a csillószőrök között fonalas tapogatók, szívólábak nyújthatók ki, melyek, mint az *Acinetákéi*, tetemesen megnyújthatók s a testbe ismét nyomtalanul visszavonhatók. HERTWIG ezen ázalékállatkát, melyet STEIN az *Enchelysfélék* családjába osztott be, állandó szájjal ellátott *Acineta*-rajzónak tekinti,³ mely felfogás jogosultságát, véleményem szerint, alig lehet kétségbe vonni.

Én magam kiemeltém idézett dolgozatomban azon teljes szervezeti megegyezést, mely a sóstavakban élő *Acineta* egész felületén csillószőrözött rajzói s egy ezekkel együtt élő valószínű csillószőrös ázalék-

állatka között van; kiemelttem továbbá annak nagy valószínűségét, hogy ez utóbbi ázalékállatka, mely nyilván azonos a COHN-tól tengervízben talált *Placus striatus*-szal, nem egyéb oly *Acineta*-rajzónál, melynek csökevényes szája valószínű szájjá fejlődött, tehát az ázalékállatkák azon nagyértékű kategóriájába tartozik, mint a STEIN *Actinobolusa*. Utaltam végre annak lehetőségére, hogy az *Enchelys* és *Tracheliusfélék* számos képviselője, valamint talán az *Opalinafélék* is, nem egyebek önállóságra jutott *Acineta*-rajzónál, melyek egy részénél, t. i. az *Enchelys*- és *Tracheliusféléknél*, a rajzónak egy ideiglenes szerve, a csökevényes szájj, valószínű szájjá fejlődött. Hogy az *Acineta* csillószőrözötét, mely a rendes fejlődésmenetben csak ideiglenesen van meg, megtelepedés után pedig elvész, továbbra is megtarthatja, ez legkevésbé sem lephet meg, mivel tudjuk, hogy a kocsányon ülő *Acineták* felületén, midőn nem jól érzik magukat, mint akkor, midőn pl. egy cseppben hosszabb ideig tartatnak, a csillószőrözötet ismét fellephet s az *Acineta*, kocsányáról leválva s szívólábait visszahúzáva, egész felületén csillószőrös ázalékállatka alakjában rajzásnak indul, mint ezt HERTWIG-nek¹ és MAUPAS-nak a *Podophrya fixáról* közölt vizsgálatai bizonyítják. Az utóbbi bűvár méltán jegyzi meg, hogy a *Podophrya fixa* faji nevét épen nem érdemli meg, mivel kénye-kedve szerint majd kóborol, majd ismét rögzíti magát s épen ezért oly átmenetnek tekinti, mely a csillószőrös ázalékállatkákhoz vezet.² Az ily *Acineta*, mely egész felületén csillószőrökkel van borítva, valamely *Enchelysfélétől* s még inkább valamely *Opalinafélétől* absolute nem különböztethető meg, és STEIN-nak azon legújabbban hangoztatott nézete, hogy a mindeddig majd ide, majd oda beosztott *Opalinaféléknek* természetes helye az *Acinetafélék* mellett jelölendő ki,³ alig fog ellenvetésre találni.

Az előadottak után, úgy hiszem, habozás nélkül kimondható, hogy az *Acinetafélék*, vagy szívó ázalékállatkák (*Suctoria*) a csillószőrös ázalékállatkákkal oly szoros és benső rokonságban állanak, hogy velők egészen helyesen egy csoportba foglalhatók össze.

Az állati véglények köre.

Ha az előadottakra visszapillantva, tekintetbe vesszük mindazon nagyszámú, újonnan felfedezett ala-

* Cyclostom = sejtcső, HAECKEL-től ajánlott kifejezés.

¹ L. cit. 77.

² Der Org. II. 169.

³ L. cit. 78.

¹ L. cit. 78.

² CR: 83. (1876) 910.

³ Der Org. III. 23.

kot, melylyel a több-kevesebb jogosultsággal állatoknak tartható véglényeknek, azaz azon legalsóbb szervezeteknek, melyek régebben általában *ázalékállatkáknak* (*Infusoria*), SIEBOLD óta pedig *Protozoumoknak* nevezetnek, ismerete gazdagodott; továbbá azon régebben ismert alakokat, melyeknek a véglényekhez való tartozását az újabb vizsgálatok kimutatták, azon eredményre jutunk, hogy túlnyomó nagy részük beleiktatható a *Rhizopodok*, *Flagellátok* és *Ciliátok* képviselte három főcsoportba, osztályba, mely hábár csak leplezve is, de tényleg meg volt már DUJARDIN rendszerében; csak a *Gregarinafélék*, *Noctilucafélék*, továbbá az igen kevésbé ismert *Labyrinthuleák* és *Catallacták* helye lehet kétes. Ezek közül a *Labyrinthuleák*, mint külön osztály képviselői, talán csak ideiglenesen helyezendők a *Rhizopodok* mellé. A *Gregarinafélék* között a *Monocystisfélék* bizonyára igen közel állanak az *Amoebákhoz* s az összes *Gregarinafélék* alább tárgyalandó fejlődésmenete is ezen rokonság mellett szól. A *Noctilucafélék* szervezetükre nézve sok tekintetben a *Flagellátokkal* és *Rhizopodokkal* látszanak rokonságban állani, de más tekintetben ismét oly lényegesen eltérnek s oly különleges helyet foglalnak el, hogy beosztásuk akár a *Flagellátok* akár a *Rhizopodok* közé, erőszak nélkül nem tehető, s e szerint legegyszerűbb számukra egy külön osztályt jelölni ki az említett két osztály között. A mi végre a *Catallactákat* illeti, ezek egyetlen képviselője oly töredékesen ismeretes, hogy csak függelék gyanánt vehetők fel, véglegesen pedig csak akkor, ha későbbi vizsgálatok bebizonyítják, hogy a *Magosphaera* csillószőrös egyenéből fejlődő gyökérlábúak betokozódván, csakugyan ismét *Magosphaerává* változnak át, mit HAECKEL csak gyanít.

«Rendszereink mindig csupán hű visszatükrözései azon ismeretek időszerinti álláspontjának, melyeket az egyes életalakok összes morfológiai viszonyairól szereztünk. Minden mélyebb bepillantással, melyhez e téren jutunk, és minden oly új életalakok felfedezésével, melyek nem az ismeretesek terve szerint épülvők, többé-kevésbé lényeges módosulást kell a rendszernek szenvednie.»¹ Ezeket tartva szem előtt s az újabb időben oly nagyszámú rendszereket tekintetbe véve s érdemszerűleg méltatva és felhasználva,

az állatok módjára táplálkozó véglényeknek következő rendszeres csoportosítása felel meg legjobban ismereteink jelenlegi állásának.

*Kör. Protista animalia, seu Protozoa. Állati véglények.**

I. Oszt. *Gregarinae* DUFOUR. Falkások MARGÓ.

- 1. Rend. Monocystida STEIN.
- 2. « Gregarinaria STEIN.

II. Oszt. *Rhizopoda* DUJARDIN. Gyökérlábúak TÓTH SÁNDOR.

- 1. R. Polythalamia BREYN.
- 2. R. Manothalamia M. SCHULTZE.
- 3. « Radiolaria J. MÜLLER.
- 4. « Heliozoa HAECKEL.

[III. Oszt. *Labyrinthuleae* CIENKOWSKI.]

[IV. Oszt. *Catallacta* HAECKEL.]

V. Oszt. *Noctiluca* (SURIARY) autor. Tengervilágítók.

VI. Oszt. *Flagellata* (DUJARDIN) COHN. Ostorosak (Ostoros ázalékállatkák.)

- 1. R. NudiFlagellata HAECKEL.
- 2. R. CilioFlagellata CLAPARÉDE et LACHMANN.

VII. Oszt. *Ciliata* (DUJARDIN) J. MÜLLER. Csillószőrösök (Csillószőrös ázalékállatkák.)

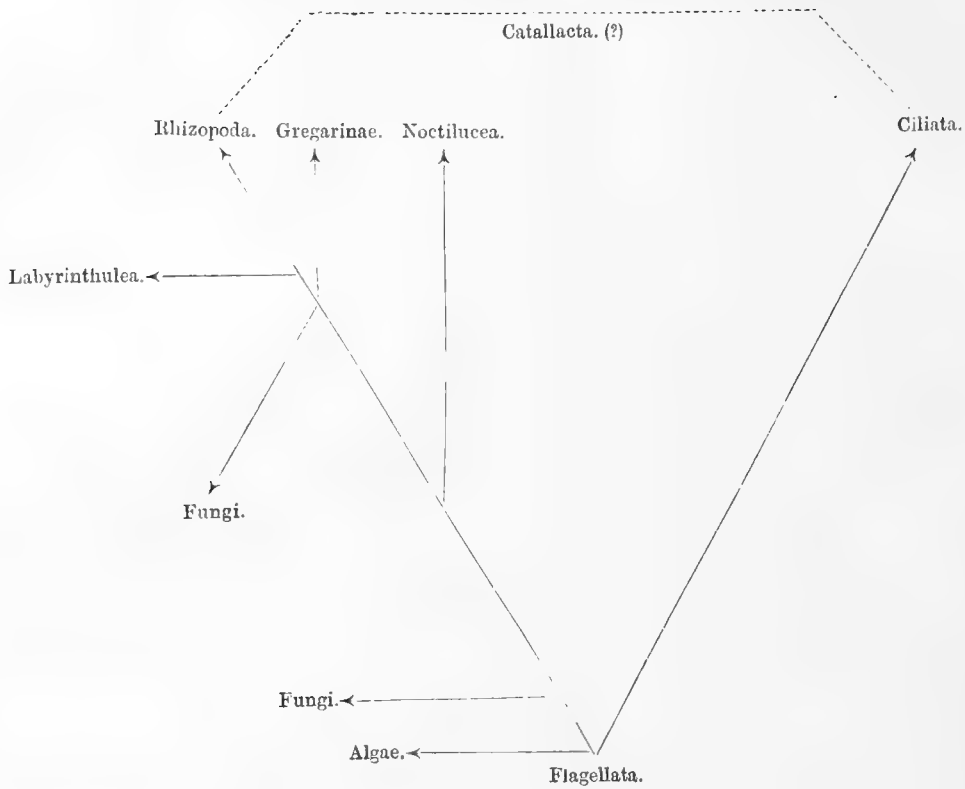
- A) csop.: *Suctoría* CLAP. et LACHM. Szívók.
 - 1. R. Acinetina EHRENBURG.
- B) csop.: *Stomatoda* (VON SIEBOLD). Szájjal birók.
 - 2. R. Holotricha STEIN.
 - 3. R. Heterotricha STEIN.
 - 4. R. Hypotricha STEIN.
 - 5. R. Peritricha STEIN.

Ezen csoportok egymással s a legalsóbb növényekkel való összefüggésének érzékítésére szolgáljon a következő rokonsági fa:

* Részben synonymák: Animalcula LEEUWENHOEK; Infusionstherleín LEDERMÜLLER; Animalcula Infusoria (WRISBERG) O. FR. MÜLLER; Protozoa GOLDFUSS; Chaotica, Cryptozoa autor; Microscopiques et Psychodiales BORY DE ST. VINCENT; Polygastrica EHRENBURG; Infusoires DUJARDIN; Protozoa VON SIEBOLD; Prothelminthes DIESING; Archezoa PERTY; Amorphozoa BRONN; Protocista HOGG; Primalia WILSON et CASSIN; Protista HAECKEL; Protorganismen J. V. CARUS; Sarcodea SCHMARDA; Microzoaires E. DE FROMENTEL; Protorganismes animaux MAUPAS.

Hajszálnyi vízi férgek, láthatatlan apró férgek GROSSINGER (1794); Ázalék férgek FÖLDI JÁNOS (1801); Ázalék férgek és Ázalékok PÓLYA (1831); Előállatok, állatelevek, állatelők, állatmorzsák (Protozoa) BARRA (1833); Ázbarcsák REISINGER (1846); Ázacsak GÁSPÁR (1846); Ázalagok HANÁK (1845); Ősállatok TÓTH SÁNDOR (1867); Alaktalan állatok MARGÓ (1867); Elsőczék vagy sokszabányúak (Protozoa s. Polytypica) MARGÓ (1868); Elsőkék PASZLAVSZKY (1874).

¹ STEIN, II. p. 169.



II. A SZERVEZET ISMERETÉNEK HALADÁSA.

A véglények testének alakotani értéke.

EHRENBERG-nek magas szervezetet hirdető tana, DUJARDIN-nek sarcodé, SIEBOLD-nak és KÖLLIKER-nek egysejtűségi elmélete, ezen egymással ellenkező s egymást látszólag egészen kizáró felfogások, peres örökségként szállottak át a véglénybúvárlat legújabb korára s újabb beható és részletes búvárlatok végzésével vártak megoldást.

DUJARDIN, miként a fentebbiekben láttuk, a kephalopodoknak tartott *Polythalamok* szervezetének tanulmányozására alapítá sarcodé-elméletét. SCHULTZE MIKSA, kinek a sejt-tan reformálása körül szerzett érdemei elévülhetetlenek, volt az első, ki a sarcodé feletti vitát szintén a *Polythalamok* tanulmányozására alapítva, igyekezett eldönteni. Ezen kitűnő búvár vizsgálatainak nyomatékos eredménye az lön, hogy a *Polythalamok* teste tényleg sarcodéból áll, s ugyanily elkülönült szervek nélküli sarcodéból állónak találta SCHULTZE a többi gyökérlábúak testét is.¹ Ugyancsak SCHULTZE-t illeti azon érdem, hogy kimutatta, hogy a sarcodé egészen azonos az állat- és növény-

sejt élő állományával, a protoplazmával,¹ s e szerint nincs is semmi ok arra, hogy oly külön műszóval jelöltessék, mely kezdettől fogva oppozícióban állt a sejtelmélettel, sőt kíváncsós annak felcserélése egy oly kifejezéssel, mely magában rejti a sejtelméletnek még a legalsóbb lények fölötti diadalát is.² Minthogy pedig a véglények testállományát képező sarcodé egészen azonos a protoplazmával, a legegyszerűbb sejtek pedig (pl. az ú. n. barázdolódási gömbök) korántsem sejt-nedvet s magot tartalmazó hólyagocskák, minőknek SCHLEIDEN és SCHWANN vélte, hanem SCHULTZE definíciója szerint magot rejtő protoplazma-tömegecskék,* határozottan kimondhatta azt, hogy a véglények legegyszerűbb képviselői mint az Amoebák és Gregarinák, melyek tényleg nem egyebek, mint magot tartalmazó protoplazma-tömegecskék, egysejtű szervezetek. A magasabb

¹ AN. 26. I. (1860) Ueber Muskelkörperchen und das, was man eine Zelle zu nennen habe. AAP. 1861. — Ueber Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen. 1863.

² AN. 26. I. (1860) 302—3.

* Eine Zelle ist ein Klümpchen Protoplasma, in dessen Inneren ein Kern liegt. Ueber Muskelkörperchen. 11.

¹ Polythalamien.

gyökérlábuakról valószínűnek tartja SCHULTZE, hogy, úgy, mint a *Myxomicetok* plasmodiumai, egygyé olvadt sejtekből keletkeztek, melyeket megmaradt magjaik jelölnek, s e szerint potentia ugyan több-sejtűek, re vera azonban nincsenek sejtekből összetéve, mert protoplazmájok szemecskéi nincsenek egy bizonyos maghoz kötve, hanem az *a* magtól *b*, *x*, *y* és *z* magig vándorolhatnak, azaz egy testet képező protoplazmából állanak. Valamennyi *Protozoumra* jellemző, — mondja SCHULTZE,¹ hogy sejtheik hajlammal bírnak, vagy valamennyien vagy legalább bizonyos területeken nagyobb protoplazma-tömegekbe való összeolvadásra. Némely magasabb gyökérlábúnál, nevezetesen a *Radiolároknál*, csupán a kéregréteg áll egygyé olvadt protoplazmából, míg belsejükben egyes sejtek megtartják önállóságukat; más *Protozoumoknál* ellenben a kéregrétegben maradnak többé-kevésbé önálló sejtek, így az ázálékállatkák-nál, míg belsejük teljesen összeolvadt sejtek protoplazmájával van kitöltve. Az elmélet azonban, — mondja ugyanő, — az ázálékállatkák egysejtűségének feltevését is megengedi. Mert egy sejt felületén csillószőrökkel lehet borítva, egy sejt tömörebb kéregréteggel s lágyabb bélállománnyal bírhat, mely üröcskéket, magot, a legkülönbözőbb testecskéket, festőanyag-hólyagocskákat stb. tartalmazhat. Egy sejtben, mint a fiatal izomrostsejtek bizonyítják, a protoplazmának kerületi része valódi izomállománnyá változhatik, míg a sejt belsejét közönséges protoplazma tölti ki. Hogy egy sejt belsejében lüktető üröcske keletkezhetik, további vizsgálatokra szorul ugyan, de nem látszik többé valószínűtlennek. S hogy végre egy sejt, tehát ez esetben egy csillószőrökkel borított s szilárdabb kéregréteggel bíró protoplazma-tömegecske, felületének egy vagy két pontján a szilárdabb kérget s csillószőröket nélkülözi, hogy szája van, melyen át szilárd testek a protoplazma lágy belsejébe nyomtatnak, továbbá alfele az ürítésre: mind ennek lehetőségét meg lehet engedni.

SCHULTZE-től egészen függetlenül AUERBACH, az *Amoebáknak* igen beható tanulmányozására támaszkodva, kimutatta, hogy ezek kétségbevonhatatlanul egysejtűek.² AUERBACH felfogása ellen legfeljebb a lüktető üröcskéket lehetne említeni, mint oly elkülönült szerveket, melyek az állat- és növénysejtek-nél rendszeren nem fordulnak elő, s tehát az egysejtűség ellen

szólanak. Mióta azonban tudjuk, hogy a moszatok és gombák rajzospórái gyakran (talán mindig?) el vannak látva lüktető üröcskékkal, mióta továbbá JAMES-CLARK ezen üröcskék jelenlétét a szivacsok entodermájának ú. n. galléros sejteiben, LIEBERKÜHN és BÜTSCHLI pedig a kételtűek szintelen véresejtheiben kimutatta,¹ a lüktető üröcskék teljességgel nem hozhatók fel többé érvül az egysejtűség ellen.

STEIN az egysejtűséggel szemben mindig igen tartózkodó állást foglalt el, s nagy monográfiája II. részének hazai ismertetője tévesen mondja, hogy: «STEIN régi állítását, mely szerint az ázálágok egy sejtből álló állatok, erélyesen bizonyítja».² Ez oda módosítandó, hogy STEIN működésének kezdetétől fogva következetesen azt állította, hogy a véglények testének alapállományát *szövetekből össze nem tett parenchyma*, azaz sarcodé vagy protoplazma képezi, de e mellett határozottan kárhoztatta azon felfogást, mely a véglényeket egysejtűeknek tekinti. STEIN álláspontját, melytől sohasem tért el, már 1848-ban a *Gregarina-félék* tárgyalásánál határozottan jelölte ki, midőn ezeket mondja: «A *Gregarina-félék* magja a *Gregarina-félék* testében bizonyára ugyanazon fontos szerepet játsza, mint a sejt-mag, melyhez külső tekintetre olyannyira hasonlít, a sejtben. Ha meggondoljuk, hogy a *Gregarina-félék* testburka a sejt-burok egyszerűségével s áthathatóságával bír s hogy a szemecskés, folyékony testtartalom igen jól eltűri a sejt-tartalommal való összehasonlítást, úgy igen közel áll a *Gregarina-félék* szervezetét az elemi sejttel egy fokra állítani. Ezt meg is tette KÖLLIKER, ki a *Gregarina-féléket* egyenesen «*egysejtű állatoknak*» tekinti. Én ezen nézetben, bármennyire tetszős is s bármennyire fogadtatott is helyeslőleg már több oldalról, nem osztozhatom.»³ Egészen ugyanezen értelemben nyilatkozik az ázálékállatkákat tárgyaló monográfiájának mind első,⁴ mind második részében, mely utóbbiban nézetét a következő szavakban foglalja össze: «Az ázálékállatkák eredetüket tekintve, határozottan egysejtű állatok, s ha ezen megjelölés csupán ezen értelemben használtatnék, úgy egészen megokoltan tartanám, sőt felette ajánlatos

¹ Studien. 13. 257.

² KRIESCH JÁNOS, Az őszállatok (Protozoa) s jelesen az ázálágok (Infusoria) körül tett újabb tanulmányozások eredményei. A kir. magy. Term. tud. Társ. Közlönye. VII. (1867) 157.

³ AAP. (1848) 190—191.

⁴ p. 55.

¹ AN. 26. I. (1860) 306.

² ZWZ. VII. (1855)

is lenne, mert a leggyökeresebb különbséget igen praegnans módon fejezi ki az ázalekállatkák s a *Protozoum*ok körén kívül álló állatok között, melyek első kezdetüket tekintve, többsejtű szervezetek. A kifejlődött ázalekállatkák egysejtű szervezeteknek való tartása ellen azonban mindig kifogást kell tenni, mert nem egyszerűen tovább növekedő sejtek, hanem az eredeti sejtszerkezet egy lényegesen más szervezetnek engedett helyet, mely a sejtre, mint ilyenre, egészen idegenszerű.¹

STEIN éppen idézett nyilatkozatának első része, melynek éle SCHULTZE-nak azon vélekedése ellen irányul, — melyben a *Radiolárok* monografiájában HAECKEL is osztozik — hogy a magasabb gyökérlábúak és ázalekállatkák többsejt összeolvadásából erednek, csakugyan erősen látszik az egysejtűséget bizonyítani; ezt azonban második része, melyben STEIN rezervált álláspontjára ismét visszatér, teljesen lerontja. És STEIN-nek ezen óvatos nyilatkozata bizonyára teljesen indokolt is volt abban az időben, midőn — egyebet egészen nem tekintve, — bebizonyítottak látszott, hogy az ázalekállatkák magja petefészeknek felel meg, melynek oszlási részeiből embriók, a magtestecske pedig here, melyben ondótestecskek fejlődnek, mi az egysejtűséggel alig volt megegyeztethető; s midőn HAECKEL-nak a *Radiolárok* körül tett pompás tanulmányai azon eredményre vezettek, hogy ezen gyökérlábúak sarcodéjában különböző sejtterekkel bíró képletek fordulnak elő, s e szerint absolute nem tarthatók egysejtűeknek.

A nagy MÜLLER JÁNOS, ki Németországban a biológiai tudományok terén két évtizeden át lobogtatta a vezéri zászlót, mint LACHMANN nak egy megjegyzéséből tudjuk, összehasonlító boncz-tani előadásában határozottan elítélte az egysejtűség tanát s két kitűnő tanítványa, az éppen nevezett LACHMANN és CLAPARÈDE, a vezér elveihez híven, mind külön kiadott dolgozataikban, mind együtt dolgozott nagyfontosságú tanulmányaikban, nagy, talán túlságos hévvel keltek ki az egysejtűség tana ellen.

KÖLLIKER, mint fennebb előadtam, az *Actinosphaerium Eichhornii* szervezetének tanulmányozására támaszkodva, fejtette ki nézetét a Protozoumok egysejtűségéről; ² CLAPARÈDE az *Actinosphaeriummal* közel rokon *Actinophrys Sol-t** választotta tárgyul az

egysejtűség tanának megbírálására,¹ s vizsgálatai őt azon eredményre vezették, hogy: «Az *Actinophrys*-nél, *Amoebáknál*, *Arcelláknál* és egyéb gyökérlábúaknál teljesen hiányzik a köztakaró, tehát sejthártya. Nem kevésbbé tagadnom kell a csupasz gyökérlábúaknál (legalább az *Actinophrys Eichhornii*-nél, *Amoeba difflucens*-nél és *A. radiosa*-nál) a mag jelenlétét, valószínűleg még a héjas gyökérlábúak is (legalább az *Arcella*) nélkülözik ezen képződményt.»³ E szerint tehát még egyszerűbb szervezetűek a legegyszerűbb sejtek, melyeket azon időben még általában magot és sejttartalmat rejtő hólyagocskáknak tartottak: azaz CLAPARÈDE oly egyszerű szervezeteknek vélte a gyökérlábúakat, minők HAECKEL Monerei. CLAPARÈDE persze másképp fogta fel a dolgot, ő arra fektette a fősúlyt, hogy a gyökérlábúak szervezete nem illik bele a sejt sémába; e mellett azonban magas szervezetet tulajdonított nekik, melyeknek még keringési rendszerük is van: szívnek tartotta ugyanis a lüktető üröcskét.

LACHMANN, főleg a *Vorticellafélék* szervezetének tanulmányozása alapján, azon sajátos felfogásra jutott, hogy az ázalekállatkák teste, úgy mint az ürbelüeké, emésztő ürt zár körül, mely pépszerű *chymus*-szal (azaz a lágyabb bélplasmával, entoplasmával) van kitöltve.³ Ime, egy egészen új felfogás! Az ázalekállatkák tehát mégis csak gyomorállatkák; csak hogy nem sokgyomrúak, mint EHRENBERG tanította; hanem egygyomrúak, mindenestől egy-egy zacskót, gyomort viselnek, mint a hogy LACHMANN tanítja.

CLAPARÈDE ezen kalandos felfogást, — melyből csak annyi felel meg a valónak, hogy a protoplazma belső higabb összeállású részében, melyet a tömörebb külső kéregreteg, *kéregplasmától* (*Rindenparenchym Stein*, *Ectosark Wallich*, *Ectoplasma*, v. *Exoplasma Haeckel*) való megkülönböztetésül helyesen nevezhetünk *bélplasmának* (*Innenparenchym STEIN*, *Entosark WALLICH*, *Entoplasma HAECKEL*), történik az emésztés, miként már DUJARDIN tanította, s tehát ez

azt *Actinophrys Solnak* tartotta, CLAPARÈDE pedig, ki az *Actinophrys Sol-t* Ehrb. írta le, ebben az *Actinophrys Eichhornii*t vélte felismerhetni; STEIN ismét előbb a *Podophrya* *ficának* kocsánytalan alakját (az ú. n. *P. liberát*) tartotta az ázalekállatkák fejlődéstörténetét tárgyaló munkájában *Actinophrys Solnak*; e tévedését azonban később helyre igazította s a sok magú *Actinophrys Eichhornii* számára egy külön genust állított fel, az *Actinosphaeriumot*.

¹ AAP. (1854).

² L. cit. 413.

³ AAP. (1856)

¹ Der Org. II. 22.

² ZWZ. I. (1849).

A két jeles bűvár sajátos tévedésbe esett. KÖLLIKER ugyanis az *Actinophrys Eichhornii*t Ehrb. vizsgálta s

a protoplazmatestnek azon része, mely a már áthasonított nedvvel, azaz, ha lehet itt is ezen kifejezéssel élünk, — a chymusszal legelőször keveredik, LACHMANN-nal együtt kiadott nagyfontosságú tanulmányai-ban egészen magáévá tette. Minthogy pedig az ázalékállatkák és gyökérlábúak ezen felfogás szerint, valóságos gastrovascularis ürrellennének ellátva, a tanulmányok nagynevű szerzői tényleg visszatértek oda, a hol a múlt százbeli bűvárok állottak: a Protozoumokat a Polypok és Hydrák mellé helyezik s nem lát-nak bennök egyebeket, mint a Coelenteratok egy subdivíziójának képviselőit.¹

Mivel CLAPARÈDE és LACHMANN a Coelenteratok-hoz tartozó aránylag magas szervezetű állatoknak tartották az ázalékállatkákat s gyökérlábúakat, természetes, hogy miként EHRENBURG, úgy ők is valóságos iszonynyal fordultak el az eretnek sarcodé- s egy-sejtségi tantól; ennek megezáfolására azonban éles dialektikájuk ügyesen forgatott fegyverein kívül alig voltak képesek meggyőző okokkal sikra szállani. Bizonyára mindenki egyet fog érteni abban, hogy a tanulmányok szerzői, midőn ezen kérdéshez: «Vajjon hol állana a középponti idegrendszer mikroszkópi boncztana a chromsav s más hasonló kémlelő szerek nélkül!» nyomban hozzá teszik: «A gyökérlábúak sarcodéja még nem találta meg a maga chromsavát,»² egy szemfényvesztésre számító szellemes frázison kívül semmit sem mondtak s abszolút semmit sem bizonyítottak, ha csak azt nem, hogy a gyökérlábúak alapállományát ők is csak egynemű sarcodéból állónak találták. — Az egysejtségi tant hirtelen támadással, de szintén csupán a szó fegyverével igyekez-nek egyszer mindenkorra elnémitani. «Az ember hajlandó volna hinni, hogy az ázalékállatkák egysej-tüség elméletének mai nap már csupán történelmi érdeke van, épen úgy, mint a polygastricitásának. Mindemellett azonban régi védői közül van egy igen erélyes bajnoka, KÖLLIKER, ki egy újabb iratában bátran emelte fel iskolájának ingadozó zászlaját,³ épen úgy, mint EHRENBURG is igyekszik ismét kitűzni saját iskolájáét.⁴ Mindkettő saját eszméjének utolsó Mohi-kánja! Az ázalékállatkák egysejtségi elmélete nem szorúl arra, hogy itt részletetebben czáfoltassék. Azon mű, mely az olvasó előtt fekszik, nem egyéb, mint

egy hosszú tiltakozás ellene. Lapjainknak mindegyike egy-egy alapjára mért új fejszezsapás.»¹ Ezen fejsze-csapások azonban pusztá fenyegetések maradtak, minthogy tényleg CLAPARÈDE-nek és LACHMANN-nak sem sikerült azt kimutatni, hogy az ázalékállatkák teste szövetekből van összetéve. Midőn végre CLAPARÈDE, összehasonlítván a *Myxomycetek* rajzóit a *Flagellá-tokkal*, — melyek közül mindazokat valódi állatoknak tekintette, melyek lüktető üröcskével birnak, (épen úgy, mint legújabbán ismét STEIN), — azon ered-ményre jutott, hogy a legalsóbb állatok és növények között különbségek nincsenek, s hogy a szervezetek-nek külön állat- s külön növényországba való beosztása, egészen mesterséges,² határozottan kibullott kezéből a nehéz fejsze, ő maga pedig, tudtán kívül, az egysejtségi területére bukott. Mert hiszen a *Myxo-mycetek* rajzói kétségbevonhatatlanul egysej-tűek, s ha ezektől a Monadok, a *Myxoamoebák*-tól pedig az *Amoebák* nem különböztethe-tők meg, világos, hogy ezek sem lehetnek egyebek, mint egysejtűek; minthogy pedig CLAPARÈDE és LACHMANN szerint az összes ázalék-állatkák és gyökérlábúak egységes terv sze-rint szervezettek, világos, hogy a konzekven-cziák kérlelhetetlen szigora oda vezet, hogy valamennyien egysejtűek.

A szövettannak egy aratott s ünnepelt művelője, LEYDIG, szintén alkalmat vett magának, hogy az áza-lékállatkák s egyéb Protozoumok egysejtsége ellen sikra szálljon.³ Felfogása szerint bármennyire hibázott is EHRENBURG a részletekben, alapgondolata, hogy t. i. az ázalékállatkák magas szervezetűek, helyes; ezek is sejtekből vannak felépülve, mint valamennyi más állat; csak hogy sejteik rendkívül kicsinyek ma-radnak s ezért látszik alapállományuk egynemű sarco-dénak. Állításának bizonyítására utal azon apró sejt-magokhoz hasonló gömböcskékre, melyek különösen a *Vorticellafélék* és *Opalinák* cuticulája alatt gyak-ran jól kivehetők s eczetsav hozzáadására feltűnőbbek lesznek; továbbá az ázalékállatkák kéregrétegében gyakran előforduló pálczikaalakú testecskékre, s végre, a *Vorticellafélék* kocsányában levő izomra, mi mind az egysejtségi ellen szól. A mi a *Vorticellafélék* cuti-culája alatt levő sejtmagok habitusával bíró gömböcs-

¹ Études I. 59.

² Op. cit. II. 421.

³ Untersuchungen über vergleichende Gewebelehre. Würzburg. Verhandlungen. Dez. (1856) 97.

⁴ Ueber den Grünsand. Berlin (1856)

¹ Études I. 14.

² Op. cit. III. 32.

³ Lehrbuch der Hystologie des Menschen und der Thiere, (1857) 15. §. 14. Vom Bau des thierischen Kör-pers. I. (1864) 15.

kéket illeti, ezekre nézve STEIN a következőket jegyzi meg: «Az egész test felületének finom ságrinozott külsőt kölcsönöznek s oly tömötten állanak egymás mellett, hogy meg nem foghatom, mily módon lehetnének ezen finom szemecskék sejtmagok, főleg, minthogy az alapanyag, melybe ágyazvák, teljesen alakatlan, és sejtekhez hasonló terecskékre való különültségének leggyengébb nyomait sem mutatja.»¹ A mi pedig az *Opalina Ranae* magszerű képleteit illeti, ezek, mint újabban ENGELMANN kimutatta,² csakugyan magok, csak hogy nem az *Opalina* szöveti sejteinek, hanem magának az *Opalinának* magjai. Az *Opalina Ranae* ugyanis, mint számos más csillószőrös ázálékállatka, sok maggal van ellátva. De a még mindig rejtélyes természetű pálczikaalakú testecskék, legyenek azok bár *csalántokocskák* (trichocystek), miknek ALLMANN-t követve, legtöbb bűvár tartja, avagy *tapintó testecskék*, miknek STEIN tekinti, szintén nem hozhatók fel az egysejtűség ellen, mivel a Coelenteratok s némely Turbellafélék valódi csalántokjai sem sejtek, s nem is sejtmagokból fejlődnek, mint KÖLLIKER hitte, hanem, miként KLEINENBERG-nek a Hydrán, SCHULTZE E. FERENCZ-nek pedig a Cordylophora lacustris-on tett tanulmányai minden kétség fölé emelik, az egyes ektoderma-sejtekben úgy, mint pl. a növénysejtek levélzöld-testecskéi vagy a peték széktáblácskái, nagyobb számmal, szabadon fejlődő képződmények; a Turbellafélék pálczikái pedig, melyek pl. a *Stenostomum leucops*-nál egészen megegyezni látszanak az ázálékállatkák pálczikáival, épen tömördek nagy számmal fejlődnek ezen férgek számos képviselőjének ektoderma-sejtjeiben. A mi végre az összehúzó kocsányú *Vorticellafélék* úgynevezett *kocsányizmat* s általában az ázálékállatkák szalagszerű izomrostok módjára összehúzó rostjait illeti, melyeket, mint fennebb említve volt, a *Stentoroknál* már EHRENBURG is ismert, ezek, mint mai nap határozottan állíthatjuk, nem külön sejtekből fejlődnek ki, mint a valódi izomrostok, hanem egyszerűen a protoplazmatest kéregrétegének elkülönülései. Hogy pedig ily összehúzó szalagok egyetlen sejtben csakugyan fejlődhetnek s fejlődnek is, ezt leginkább bizonyítja az, hogy pl. az *Euglenáknál* is előfordulnak, melyek pedig az egysejtű moszatoktól oly kevésbé térnek el, hogy a *Palmellaceákkal*, mint ezt CIENKOWSKI³ meg is tévé, kényszer nélkül egyesíthetők.

Mindezekből látható, hogy LEYDIG érvei, melyekre CLAPARÈDE és LACHMANN, mint igen fontosakra hivatkoznak, nem állhatnak meg s mint döntő erejük nem hozhatók fel az egysejtűség ellen.

HAECKEL a *Radiolárokat* tárgyaló pompás monografiájában¹ a gyökérlábúak és ázálékállatkák között szöveti szerkezet tekintetében két típust különböztet meg: ú. m. egysejtűeket, minők az alsóbb gyökérlábúak, nevezetesen az *Amorbak*, melyekhez valószínűleg az *Arcellafélék* is sorozandók, valamint az összes ostorosak, — továbbá olyanokat, melyek SCHULTZE M. hipotézise szerint, több sejt összeolvadása útján keletkeznek, minők a magasabb gyökérlábúak, nevezetesen a *Radiolárok* s a *csillószőrös ázálékállatkák*. Ezen szilárd alapokra fektetettnek vélt két különböző típusra, HAECKEL az állat- és növényország között GEGENBAUR-tól vont azon új határvonalat alkalmazta, hogy a szervezetek, melyek mindannyian egy sejtől indulnak ki, vagy egysejtűek maradnak, vagy többsejtűekké fejlődnek; az állat- és növényország közötti fundamentális különbség pedig abban áll, hogy a növényország mind egy-, mind többsejtű szervezeteket tartalmaz, míg az állatország képviselői csak átmenetileg egysejtűek, mint peték, teljes kifejltségüket elérve azonban mindig több sejtől vannak összetéve;² s ezen szigorú kritikának alá nem vetett kritériumra támaszkodva, az összes egysejtű gyökérlábúakat és ázálékállatkákat a növényországba utasította, a magasabb gyökérlábúakat és ázálékállatkákat ellenben, mint felfogása szerint fejlődésüket tekintve, többsejtű szervezeteket, az élesen határolt állatország képviselőiül ismerte el.

Meg kell vallanunk, hogy az állat- és növényország között vont ezen új határvonal igen éles, és kitűnően alkalmasnak látszik a két ország között ingadozó legalsóbb szervezeteknek rendszertani besorolására, csak hogy egy sarkalatos hibája van, hogy t. i. nem felel meg a valódnak. STEIN-t illeti az az érdem, hogy ezen felfogás teljes tarthatatlanságát kimutatta.³ Tarthatatlan pedig ezen felfogás azért; mert hogy a magasabb gyökérlábúak és ázálékállatkák több sejtnek összeolvadásából fejlődnének, a mellett egyetlen pozitív adat sem szól s nem megfigyelésre, hanem egyszerűen a *Myxomycetek plasmodiuma*

¹ Der Org. II. 9.

² M.J. I. (1876).

³ Conf. I. s. cit.

¹ Die Radiolarien.

² Do animalium plantarumque regni terminis et differentiis. Jenae. 1860.

³ Der Org. II. 14, 21.

fejlődésének analogiájára támaszkodik. Abból pedig, hogy számos gyökérlábú és ázalékállatka több magot tartalmaz, korántsem lehet azt a következtetést vonni, hogy ugyanannyi sejt összeolvadásából keletkeztek, a mennyi magjuk van, mi mellett, mint említők, egyetlen megfigyelés sem szól. Mert hiszen több maggal bíró más sejteket is ismerünk, minők pl. a szintelen vérsejtek, melyekben gyakran 6—7 mag különböztethető meg; vagy a csontvelő óriás sejtjei, az ú. n. myeloplaxok, melyek egész sereg magot tartalmaznak, a nélkül, hogy több külön sejt összeolvadásából keletkeztek volna. De, továbbá, nem minden csillószőrös ázalékállatkának van több magja, sőt legszámasabb képviselőinek épen csak egy magjuk van; ha tehát a magok száma jelzi azt, hogy hány sejt összeolvadásából keletkezett egy-egy ázalékállatka: úgy az egy maggal bírókat egysejtűeknek, s GEGENBAUR és HAECKEL felfogása szerint, mint ilyeneket, növényeknek kellene tartani. S vajjon mit tevék legyünk az Amoebákkal, Arcellákkal, Difflugiákkal s számos más gyökérlábúval, melyek majd egy, majd több magot tartalmaznak? Vajjon a fiatal, egymagvú *Arcellák* csakugyan növények, a két magvúak talán az állattá válás pillanatában vannak; a sokmagvúak pedig már egészen kész állatok? — Ime, mily veszedelmes zátonyra vezetnek ezen felfogás fatális konzekvenciái, melyről a megfeneklett hajót bizonyára csak úgy lehet megszabadítani, ha az egész felfogást rezignációval a habokba vetjük.

Az egysejtűség tana ellen oly sok illetékes tudós intézte támadás, különösen az a nagy határozottsággal történt visszautasítás, melyben CLAPARÈDE és LACHMANN részesíték azon nagy munkájokban, melynél az összes véglényekre nézve, STEIN dolgozatait kivéve, EHRENBERG óta fontosabb nem jelent meg, bár a szigorú bírálat előtt egyik sem képes megállani, mégis annyira megrendítette az egysejtűség tanának hitelét, hogy a hatvanas évek elején legtöbbször előtt csakugyan olyképen tűnt fel, mint egy elavult tan, melynek már csupán történelmi becsé van, csaknem úgy, mint EHRENBERG-nek már-már mythos-szerűvé vált tana. Valóban az azon időbeli tudományos áramlat közepett méltán mondhatá MARGÓ SIEBOLD-ról, hogy sokkal több költészettel, mint igazsággal tekint az ázalékállatkákat önálló sejteknek.¹

A tudomány történetében elég példa van arra,

hogy valamely kimondott új eszmét kezdetben lelkesen karolnak fel, azután lassanként elidegenednek tőle, elejtik, eltemetik; az igazságot azonban nem lehet eltemetve elfojtani: mint a földbe vetett mag, előbb-utóbb kicsirázik ismét — «kitör és eget kér»! Ezen végzete volt az egysejtűség tanának is, mely, miután már-már végkép megdöntöttnek látszott, újra feltámadva, gyorsan diadalra jutott.

Ezen tan egyik megalapítója, SIEBOLD, miután az egysejtű állatokról és növényekről irt értekezését 1849-ben közzé tette, nem vett többé részt a kifejlődött vitában; KÖLLIKER ellenben többször felszólalt, s nevezetesen 1864-ben a Protozoumok finomabb szerkezetét tárgyaló dolgozatában¹ nagy részletességgel foglalkozik a vitás kérdéssel, s vizsgálatainak végeredményeként határozottan mondja ki, hogy a Gregarinák és ázalékállatkák nem többsejtűek, s habár különösen az utóbbiaknak szervezeti viszonyai sok tekintetben sajátosságosan bonyolódottak is, mégsem olyanok, hogy ne lehetne egyszerű sejtekkel egyenértékűeknek tartani.² A magasabb gyökérlábúakat illetőleg ellenben, nem tartja lehetetlennek, hogy oly többsejtű lények, melyeknek elemei egymással valamennyien összeolvadtak.³ Ezt annál valószínűbbnek tarthatta KÖLLIKER, mert a szivacsokat a gyökérlábúak legközelebbi rokonainak tekintette.

KÖLLIKER újabb publikációinál sokkal nagyobb nyomtatékkal kellett birniok s nagyobb hatást kelteniök a nagynevű speciális bűvár, STEIN, e tárgyra vonatkozó azon nézeteinek, melyeket nagy monografiájának második részében fejtett ki 1867-ben, s melyek, mint már fennebb előadtam, abban kulminálnak, hogy az ázalékállatkák (és többi Protozoumok) eredetüket tekintve, egysejtűek s szövetekből soha sincsenek összetéve; a magasabb alakoknál azonban az eredeti sejtszerkezet egy lényegesen más szervezetnek engedett helyet, mely a sejtre, mint ilyenre egészen idegenszerű.

Látható ebből, hogy STEIN felfogása még közelebb áll SIEBOLDÉ-hoz, mint KÖLLIKER-é, s csakugyan az egysejtűség mellett szóló erélyes bizonyítéknak tekinthető. Ha áll az, hogy a véglények eredetileg egysejtűek, s hogy ezen egy sejt keretén belül fejlődnek ki szervezeteknek összes elkülönülései, legyenek bár ezek a szövetségi sejtekkel összehasonlítva, még oly idegensze-

¹ *Icones histiologicae*. I. (1864).

² L. cit. 24.

³ L. cit. 25.

¹ Math. term. tud. közl. kiadja a magy. tud. Akad. (1865) 78.

rűek, mégis csak a legnagyobb óvatosság mellett, s mindent jól megfontolva, oda kell jutnunk, hogy kimondjuk, hogy ámbátor némelyek közöttük igen magas elkülönülésekkel tűnik ki, alaktani értéküket tekintve, mégis valamennyien egysejtűek. Ha a szövetekből összetett állatok s növények egyes szerveinek alaktani értékét puhatoljuk, arra az eredményre jutunk, hogy azok vagy egy-, vagy többsejtűek; külön harmadik kategóriába tartozók legfelebb olyanok lehetnek, melyek vagy több sejt összeolvadásából keletkeztek, mint pl. a rovarok matrixa; vagy végre, magukban a többé-kevésbé átváltozott sejtekben elkülönült részek, melyek nem lehetnek mások, mint a sejteknek szervei, mint pl. a magképletek, a sejtburrok, a levélzöld- és keményítő-testecskék, csalánszervek, húselemek (sarcous elements) stb. A mi az egyes szervekről áll, ugyanaz állhat a szervezetekről is; ezek is két kategóriába tartozhatnak: azaz vagy egysejtűek vagy többsejtűek lehetnek. S ha a véglények eredetüket tekintve, egysejtűek, és egyetlen megfigyelés sem szól a mellett, hogy több sejt összeolvadása útján keletkeztek, úgy elkülönült szerveiket, melyek sem egy, sem több sejt-ből összetéve nincsenek, nem tekinthetjük egybeknek, mint a sejt szerveinek, s ennek következtében határozottan egysejtűeknek kell deklarálnunk. Emellett elméleti okok sem vethetők az egysejtűség ellen latba; mert hiszen ezek épen a legalsóbb lények egysejtűségének valószínűsége, sőt szükségképenisége mellett szólnak. Ha tekintetbe vesszük ugyanis, hogy a szervezetek mind egyénfejlődésének (Ontogenia), mind törzsfjlődésének (Phylogenia) menetében, egyszerű kezdetből kiindulva, lassankint fejlődnek ki a magas szervezeti elkülönülések, s hogy a törzsfjlődési sorozatban vannak oly szervezetek, melyek a magasabbak embriónális szervezetével birnak, azaz megállapodtak a fejlettség azon fokán, mely a magasabbaknál, csak átmeneti; ha tekintetbe vesszük továbbá, hogy minden magasabb szervezet életének kezdetén, mint pete vagy spóra átmenetileg egysejtű, erre ideiglenesen néhány kevés számú, majd nagyszámú egynemű sejtekből van összetéve, melyekből azután különböző módon történő csoportosulások s átváltozások útján jönnek létre a szövetek; s hogy végre, az igen bonyolódott szöveti összetételű szervezetek mellett vannak sokkal egyszerűbbek s végre olyanok, melyek egyetlen nagy belső-, entodermasejtet bevonó kevés számú ektoderma-sejtekből állanak minők, van BENEDEN E. igen érdekes vizsgálatai szerint, a *Dicymafélék*, melyeket

nevezett bűvára *Metazoumokat* a *Protozoumokkal* összekapcsoló *Mesozoumoknak* tekint¹: mindez logikai kényszerűséggel vonja maga után azon következtetést, hogy a lánczolat legalsó szemét oly szervezeteknek kell elfoglalniok, melyek állandóan megmaradnak azon kiindulásponton, mely a többiekénél csak átmeneti, azaz egész életükön át egysejtűek.

De vessünk már most egy pillantást azon szervezeti elkülönülésekre, melyek a sejtire, mint ilyenre oly idegenszerűek, hogy azt eredeti értékéből kivetkőztetik. Vajjon csakugyan nem egyeztethetők-e meg ezen magas elkülönülések az egysejtűséggel?

Az alsóbb alakok nem jöhetnek itt tekintetbe; ezek közül az alsóbb gyökérlábúak, minők pl. az *Amoebák*, a bizonyosan egysejtű *Myxamoebáktól* s a szintelen vérsejtektől semmi lényeges bélyeggel sem térnek el, s ezeknek egysejtűségét STEIN is kétségbevonhatatlannak állítja,² ezekhez pedig a legszorosabban sorakoznak a többi alsóbb gyökérlábúak s a *Monocystisfélék* közvetítésével a *Gregarinák*. A *Flagellátok*, melyek nagyrésze a bizonyára egysejtű rajzóspórának, egy részök pedig a szivacsok galléros entodermasejtjeinek szervezetével bir, szintén nem okozhatnak nehézséget. A *Noctilucafélék* egysejtűségét CIENKOWSKI vizsgálatai által³ szintén bebizonyítottnak tekinthetjük. Nehézséget csupán a csillószőrös ázalékállatkáknak, valamint a magasabb gyökérlábúak, nevezetesen a Radiolároknak szervezeti viszonyai okozhatnak. Lássuk tehát ezeket.

Az ázalékállatkák kéreg-plasmájának elkülönüléseire, nevezetesen az egysejtűség ellen gyakran felhozott *pálczikaalakú testecskékre* s az *összehúzódó szalagokra*, *izom-* vagy *myophanrostokra* már a fennebbiekben reflektáltam; mindezek a sejtire nézve époly kevésbé idegenszerűek, mint a lüktető üröcskék, melyek az egysejtű moszatrajzóknál s a szintelen vérsejteknél is előfordulnak. A magképletek, ha ezek közül a *mag* tényleg valóságos *petefészek*, a *magocska* pedig *here* volna, minőnek BALBIANI, CLAPARÈDE és LACHMANN, STEIN s mások felfogták, csakugyan némileg érvül volnának felhozhatók az egysejtűséggel szemben; hogy azonban ezen felfogást az újabb vizsgálatok téveseknek bizonyítottak, ezt alább alkalmam leendő

¹ Recherches sur les Dicyémides, survivants actuels d'un embranchement des Mesozoaires. Bullet. de l'Acad. roy. des sciences de Belgique. 45 année. Bruxelles 1876.

² Der Org. 19.

³ AMA. IX. (1872)

részletesen kifejteni, s ennek következtében a magképletek sem hozhatók fel az egysejtűség ellen.

E szerint tehát csupán a táplálék felvételének módja, az «evés» lehetne még azon folyamat, a táplálék bevezetésére s az emészthetetlen részek kiürítésére szolgáló állandó nyílások s a garat pedig azon elkülönülések, melyek a sejtre idegenszerűek. Kétségtől áll az, hogy a szöveti sejtek felületükön beszívargó előkészített táplálék nedvből táplálkoznak, de azért szilárd részeknek felvétele, tehát az evés, korántsem tartható oly életműködésnek, mely a magasabb szervezetek sejtjeinél egészen példátlan lenne. Tudjuk, hogy a szintelen vérsejtek szintoly mohón nyelik el a karmin- vagy indigószemecskéket, mint az *Amoebák*, sőt néha, mint például a vérömletekben s a lép pulpájában, neki esnek a piros vérsejteknek s azokat elnyelik, a szószoros értelmében felfalják. JAMES-CLARK szerint a szivacsok entodermájának galléros sejtjei szintén esznek s valószínűleg praformált szájnnyílással vannak ellátva.¹

MECSNIKOV szerint a Turbellaféléknek és legkülönbözőbb osztályokba tartozó úrbelűeknek entodermasejtjei a táplálék-alkatrészeket majd *Amoebák* módjára nyelik el, majd finom állabakkal veszik fel s belsejükben emésztik meg; a táplálék felvételének ezen módja annyira el van terjedve a Turbellaféléknél és úrbelűeknél, hogy indokoltnak látszik MECSNIKOV azon feltevése, hogy ez tekintendő azon eredeti táplálkozási módnak, mely a jelenleg élő összes *Metazoomok* őseinél szabály volt.² Ugyancsak a gyökérlábúak módjára veszik fel táplálékokat, SOMMER vizsgálatai szerint, a *Distomum hepaticum*,³ — saját észleleteim szerint pedig a kerékállatkák entodermasejtjei. Hogy végre még a gerinczesek felszívó sejtjei, a bélbolyhokat bevonó entodermasejtek, szintén «esznek», azaz bizonyos táplálékalkatrészeket, nevezetesen a zsirt a véglények módjára veszik fel, ezt THANHOFFER LAJOS t. barátomnak több bűvartól (FORTUNATOV, LANDOIS stb.) megerősített szép vizsgálatai bizonyítják.⁴

Hogy a csillószőrös ázalékállatkánál, valamint számos Flagellátnál, melyeknél a kéregplasma cuti-

culával, néha épen szilárd páncézzal borított, vagy legalább ellentállóbb, tömöttebb rétegtől határolt, felvételre s ürítésre praformált száj- és alfelnyílás fordul elő, legkevésbé sem lephet meg; s ezen elkülönülésekben a szerves természetben lépten-nyomon nyilvánuló azon elvnek realizálását ismerhetjük fel, hogy az alsóbb szervezeteknél helyhez nem kötött, kezdetleges vagy épen csak ideiglenes szervek a magasabban elkülönült alakoknál lokalizálódnak, tökéletesbűlnek s állandósulnak. Ezen elv szerint fejlődnek ki például, a lélekzést közvetítő testfelületen a felületet nagyobbító, egyes szétszórt bőrkütyümlések, melyek állandósulva tökéletesbűlve, a lokalizált kopolyuk képződéséhez vezetnek. Különböztet praformált szájnnyílással, mint épen említém, a szivacsok galléros sejtjei is el vannak látva; praformált nyílások továbbá, mindazon ellenálló burkolatú sejteknek megvannak, melyek valamely anyagot kiürítenek, vagy kívülről valamit felvesznek: így állandó nyílása van az egysejtű mirigyeknek s számos petének (micro-pyle). Mindezekből kitűnik, hogy az ázalékállatkák szervezete sokban eltér ugyan a leg-
elemibb sejtől, mely egy magot tartalmazó protoplazma-tömegecske, de egyetlen oly szervük sincsen, mely a magasabban elkülönült sejtekre nézve egészen idegenszerű lenne.

A csillószőrös ázalékállatkáknál sokkal nagyobb nehézséget okoz a *Radiolárok* alaktani értékének megállapítása. Ezen gyökérlábúak alapállománya ugyan szintén sarcodé, azaz protoplazma, ebbe azonban HUXLEY, MÜLLER JÁNOS, CLAPARÈDE és LACHMANN-nak, valamint a *Radiolárok* első részletes tanulmányozójának HAECKEL-nek felfogása szerint, különböző sejtértékű elemek vannak beágyazva. Ismeretes, hogy a *Radiolárok* protoplazmája tokonkívüli és tokonbelülire oszlik; az előbbi, melyből a sugaras állabak indulnak ki, kéregréteget képez, mely az u. n. középponti tokot (*Centralkapsel*) vonja be; az utóbbi meglehetősen vastagfalú s likaeskaesatornákkal áttört gömböt képez, melynek protoplazma-tartalma az épen említett likaeskaesatornákon át közlekedik a tokonkívülivel. A középponti tok közepében néha még egy finom burokkal körüvezett gömbölyű képlet, az u. n. belső hólyag (*Binnenblase*) foglal helyet. A *Radiolár*-test sejtjes elemeit a tokonkívüli és belüli protoplazma nagyszámú *alveolusai*, továbbá a középponti tok gyakran igen tömötten álló *világos hólyagocskái*, s végre a tokonkívüli protoplazmában többnyire, de nem min-

¹ On the Spongiae Ciliatae. 326.

² Ueber die intracelluläre Verdauung bei Coelenteraten. Zoolg. Anzeiger. III. (1880) No. 56. 261.

³ Die Anatomie des Leberegels *Distomum hepaticum* L. ZWZ. XXXIV. (1880) 578.

⁴ Adatok a zsírfelszívódáshoz. Ért. a term. tud. köréből. Kiadja a m. tud. Akadémia. II. köt. X. sz. Budapest. 1873.

dig előforduló u. n. *sárga sejtek képezik*. Ezen állítólagos sejtek közül azonban, HERTWIG R. igen pontos újabb vizsgálatai szerint¹ csak is a sárga sejtek valódi sejtek, a tokon kívüli és belüli alveolusok ellenben nem egyebek vizszišta folyadékkal telt üröcskéknél, melyek a protoplazmát épen mint az *Actinosphaerium*-nál habossá teszik; a középponti tok világos hólyagocskái ellenben sejtmagoknak felelnek meg, melyek HERTWIG szerint, a *Radiolárok*nak szaporodásánál egyenkint körülburkolódnak a tokon belüli protoplazma egy rétegével, s ily módon sejtekké változván, a középponti tok megpukkantával monasszerű ostoros rajzók alakjában kiszabadulnak. Ezen magok keletkezése igen sajátosságos, s egészen eltér a sejtmagok eddig ismert keletkezési módjától. HERTWIG szerint a belső hólyaggal bíró *Radiolárok*nak tulajdonképen egyetlen igen magasan elkülönült magjuk van, s ez az ú. n. belsőhólyag, melynek finoman szemecskéjű, világos alapállománya majd egy, majd több gömbölyüded, vagy elágazó, gyakran gomba-myceliumokra, pl. a *Saprolegniák*era emlékeztető testet, ú. n. *belső testet* (*Binnenkörper*) tartalmaz; ezek tehát a magtestecskének felelnek meg, melyeknek sarjai leválván, a belső hólyagból a középponti tok protoplazmájába nyomódnak s itt az ú. n. *világos gömböket* képezik.

Meg kell jegyezmem, hogy a *Radiolárok* testének bizonyos elkülönüléseit, nevezetesen a különböző szerkezetű kovasav-vázakat, valamint a középponti tokban gyakran előforduló kristályos testecskéket és színes olajcseppeket, mint olyanokat, melyekkel meg egyezők az alsóbb gyökérlábúaknál is előfordulnak, s melyek a *Radiolárok* alaktani értékének megállapítására nincsenek befolyással, szándékosan hagytam figyelmen kívül.

Az előadott felfogás szerint a *Radiolárok* szervezete jóval egyszerűbb, mint minőnek HAECKEL tartotta, s egy magas fejlettségű, egészen sajátosságos, igen nagy (a nagyobb alakok 4—5 mm. átmérőjűek) sejtnak felel meg, melynek protoplazmájá egy vastagfalú tok külső, egyén fenntartási, és belső, fajfenntartási részletekre osztja, s mely az igen magasan elkülönült tulajdonképi magot, a belső hólyagot, s az utóbbiban sarjadzó, azután pedig a tokon belüli protoplazmába jutó világos hólyagokat tartalmazza. Csupán a *sárgasejtek* azon valóban sejtek értékével bíró elemek, melyek az egysejtűség ellen szólnak. Ez utóbbiak gömbölyüded vagy tojásdad alakú, körül-

burkolt, maggal ellátott sejtek, melyeket a levélzöld børsárga módosulata színez, keményítő szemecskéket tartalmaznak s oszlással szaporodnak; e szerint egészen megegyeznek az egysejtű moszatokkal. Különben nem egészen állandóan, de többnyire előfordulnak, még pedig csak a tokon kívüli protoplazmában.

Ha ezen sárgasejtek csakugyan a *Radiolárok* szervezetének kiegészítő részét képezik, úgy ezen gyökérlábúak kétségkívül nem tarthatók egysejtűeknek, s jelenlétüket a *Radiolár-testnek* különben sejtekből össze nem tett protoplazmájában csak úgy magyarázhatjuk meg, ha STEIN-nal¹ feltesszük, hogy endogen sejtkepződés útján jöttek létre. *De vajjon nem valószínű-e, hogy tulajdonképen nem tartoznak a Radiolárokhoz, hanem önálló egysejtű moszatok, melyek a Radiolárok protoplazmájába tolakodtak?* Ha tekintetbe vesszük, hogy előfordulásuk nem állandó, hogy keletkezésük módjáról semmi biztosat nem tudunk, s csupán annyira terjed ismeretünk, hogy oszlással szaporodnak; továbbá, hogy bizonyos moszatok előszeretettel tolakodnak más szervezetek belsejébe, így pl. a szivacsok mesodermájába s itt vigan szaporodnak; mindezt, valamint az ú. n. levélzöld-testecskék tárgyalásánál alább előadandókat tekintetbe véve, a legnagyobb valószínűség szól a mellett, hogy a sárgasejtek voltaképen nem tartoznak a *Radiolárokhoz*. Ezen már a priori igen valószínűnek látszó felfogás helyessége mellett szól CIENKOWSKI-nak azon észlelete, hogy a *Callozoum inermis* sárgasejtjei a *Radiolár* testének széttroncsolása s elhalála után tovább élnek, s folytatják oszlás útján történő szaporodásukat, miből CIENKOWSKI, úgy hiszem, egészen jogosan vonhatta azon következtetést, hogy a sárga sejtek önálló szervezetek, egysejtű moszatok, s nem tartoznak a *Radiolárokhoz*.² HERTWIG, ki a sárgasejteknek a *Radiolárok* szervezetéhez való tartozását CIENKOWSKI-val szemben előbb határozottan állította,³ újabb vizsgálatai alapján a CIENKOWSKI-féle felfogás helyessége mellett nyilatkozik.⁴ *Ha tehát a sárgasejtek csakugyan nem tartoznak a Radiolárok szervezetéhez, úgy semmi sem áll annak útjában, hogy a Radiolárokat, épen úgy, mint a többi gyökérlábúakat magas elkülönüléseik mellett is egysejtű szervezeteknek tartsuk.*

¹ Der Org. II. 16.

² AMA. VII. (1870).

³ Zur Histologie der Radiolarien. 19.

⁴ Der Organismus der Radiolarien. 118.

¹ Zur Histologie der Radiolarien. (1876)

A véglények szervezetére vonatkozó ismeretek ezen irányban való fejlődése és tisztázódása mellett a CLAPARÈDE és LACHMANN-féle feltevés, hogy a véglények sarcodéját alkotó sejtek és szövetek csupán az alkalmazott szövetszöveti módszerek tökéletlensége miatt nem vehetők ki, mindinkább veszté hitelét; azon tan ellenben, mely valamennyi vagy legalább legtöbb véglényt egysejtűnek tekint, egyre mélyebb s erősebb gyökeret vert. Mai nap az illetékes szakférfiak között egyet sem említhetnénk, ki a véglényeknek szövetekből való összetételét vitatná; e tekintetben csak egy vélemény van, az t. i., hogy a véglények teste a szöveteket nélkülözi és SIEBOLD-dal s KÖLLIKER-rel, STEIN, ENGELMANN, GEGENBAUR, HAECKEL, HUXLEY, VAN BENEDEN E., CIENKOWSKI, CLAUS, SCHULTZE E. F., BÜTSCHLI, HERTWIG R. stb. osztoznak ezen felfogásban; véleménykülönbség csupán arra nézve van, vajjon a több maggal bírók egysejtűeknek vagy potentia többsejtűeknek, azaz annyi sejtből állóknak tekintendők-e, a hány magjuk van. Hogy azonban a látszólag soksejtű véglényeknek — minők a *Radiolárok* — sincsenek tulajdonképi szövetek, hanem testök alapállománya sarcodé vagy protoplazma, mint az állat- és növénysejteké, erre nézve ismét egyezők a vélemények. Hogy szövetszerkezet tekintetében mily éles a különbség a véglények s magasabb szervezetek között, ezt ép oly találóan, mint szépen fejezik ki HAECKEL következő szavai: «A legtöbb véglénynek egész teste élethossziglan egyetlen sejtől áll. Valódi szöveteket s szerveket azonban azon véglényeknél sem találunk soha, melyek kifejlődött állapotban soksejtűek, sohasem találjuk náluk a sejteknek azon sajátos munkamegosztását és elhelyeződését, mely a valóságos állattestet és valóságos növénytestet jellemzi. Mert ezeknél a test összalakja uralkodik azon sejteknek elrendeződésén, képződésén, szövetekké és szervekké való összeköttetésén, melyekből össze van téve. A soksejtű véglényeknél ellenben a társasan összekötött sejtek mindig megtartják többé-kevésbé önállóságukat; mindig csak igen laza társaságokat képeznek, munkamegosztás nélküli társas összeköttetéseket, melyeket nem lehet cenztralizált államoknak tekinteni. Ha az állatnak és növénynek szervezetét jól organizált kulturállammal, úgy ellenkezőleg, a soksejtű véglények laza sejtszövetét legfeljebb a természet polgárosulatlan fiainak gyűlésszerű csordáival hasonlíthatjuk össze. A legtöbb véglény azonban, mint mondtuk, még ezen sejtszövet képzettségéig, a társulás ezen legalsóbb

fokáig sem jut; beéri avval, hogy mint remete, önmagának éljen s teljes önállóságát minden tekintetben megővja. A legtöbb véglény élethossziglan egyszerű, izolált sejt marad s mint sejt-remete él.»¹

HAECKEL a soksejtű véglények alatt a *Radiolárok*-kat, továbbá a több maggal bíró *ákalállatokat* és *gyökérlábúakat* érti. Az előbbiekről t. i. a *Radiolárok*-ról már kifejtettem, hogy soksejtűségök tulajdonképen nem áll, s e szerint csak sokmagvúaknak tekinthetők, mint számos más gyökérlábú és sok csillószőrös ákalállatka. Kérdés már most, vajjon megokolt-e oly szervezeteket, melyek protoplazmatestükben több magot rejtenek, de ezen magok sohasem voltak külön sejtek magjai, ugyanannyi sejtnek tartani, amennyi magot tartalmaznak? Ha dogmaszerűleg ragaszkodunk azon felfogáshoz, hogy minden sejt csupán egy magot tartalmazhat, s a szélteben használt «sokmagú sejt» kifejezést, mint HAECKEL ismételve hangsúlyozza, csakugyan contradictio in adjectonak, a sokmagú sejtet pedig eo ipso soksejtűnek kell tartanunk:² úgy a sokmagú véglényeket eszményileg mindenestre soksejtűeknek kell tekintenünk, mind amellett, hogy protoplazmatestök egy egészet képez s hogy protoplazma-részekkéik nincsenek egyes magokhoz kötve. Hanem ekkor azután soksejtűnek kell tartanunk a színtelen vérsejteket, a myeloplaxokat s számos más többmagú állati szövetszerkezetet, valamint számos eddig magnélkülinek vélt gombasejtet is, mint pl. az *Empusa*, *Achlya*, *Saprolegnia* sejtjeit, melyekben MAUPAS³ valamint SCHMITZ⁴ legújabb időben több magot mutattak ki, s melyek eszerint, a magnélküli sejtek, cytodának alacsony fokáról egyszerre a soksejtűség magas rangjára emelkedtek. Részemről, ha tekintetbe veszem, hogy mind a szövetekké egyesült, mind az egyenkint élő elemi szervezetek között vannak olyanok, melyeknek egységes értéke semmi tekintetben sem változik attól, hogy magjuk megszaporodik: teljesen osztozom IHERING-nek azon felfogásban, hogy inkább eltűri a sejt-séma a módosítást, mintsem többsejtűeknek tartunk oly alaki egységeket, melyek több maggal bírnak. Erre nézve igen találóan jegyzi meg IHERING, hogy vala-

¹ Das Protistenreich. (1878) 17—18.

² Die Kalkschwämme. Berlin (1872) I. 105. Továbbá: Zur Morphologie der Infusorien. Jen. Z. VII. (1873) 529.

³ Sur quelques protorganismes animaux et végétaux multinucléés. C. R. (1879) 250.

⁴ Untersuchung üb. die Zellkerne der Thallophyten. Bonn (1879)

mint a sejtmag alaki értéke nem változik attól, akár nincs magtestecskeje, akár pedig egy, kevés vagy éppen sok magtestecskeje van: éppen így nem változik a sejt alaki értéke magjainak szaporodásától sem.¹ Ha már most a sejt-sémán ezen kíváncsiaknak és szükségesnek látszó módosítást meg tesszük s megnyugszunk abban, hogy egy sejt több magot is tartalmazhat, befejezettnek tekinthetjük a véglények alaktani értéke körül folytatott hosszas vitát, s méltán hódolhatunk az elismerés babérával azon mélyen gondolkodó természetbúvárnak, ki EHRENBERG magas szervezetet hirdető tanának diadalnapjaiban, ezelőtt 35 évvel, nem habozott kimondani azon fundamentális igazságot, hogy a szervezetek sorozata egysejtű lényekkel veszi kezdetét.

A véglények szervei.

Minthogy a véglények szövetekből összetéve nincsenek, mindenekelőtt felmerül azon kérdés, vajjon lehet-e nálok egyáltalában szó szervekről? Ezen kérdésre határozott feleletet csak akkor adhatunk, ha előbb azt hozzuk tisztába, hogy mi a szerv. HAECKEL tisztán morfológiai szempontból ezen szavakkal írja körül a szervet: «Állandó, egységes, határozott alakú térbeli nagyság, mely több plastidának (cytodának, vagy sejtnak, vagy mindkettőnek) állandóan egyesült összegéből van összetéve, s mely a harmadik egész hatodik rendbe tartozó alak-egyenek pozitív bélyegeit nem viseli magán.»² Ezen definíciónál, mely részben negatív tartalmánál fogva, mint maga HAECKEL is beismeri, hiányos, rövid szavakkal többet mond MARGÓ, ki a szervet élettani szempontból is méltatja; szerinte: «Szervek alatt értjük az elemi részek és szövetek bizonyos összegét, mely különös alakkal és működéssel bír.»³ Ezen értelmezések szerint, melyek a szerv fogalmával bizonyos szöveti összetételhez hoznak kapcsolatba, a véglényeknek tulajdonképi szervei nem lehetnek, s HAECKEL következetesen mondhatja a véglények alaktani értékét körül-

író fennebb idézett szavaiban, hogy valódi szervek a véglényeknél nem fordulnak elő.* De vajjon elégségesek-e a szerv ezen definíciói? Nem szenved semmi kétséget, hogy a legtöbb szervre nézve elégségesek; elégségesek nevezetesen az ú. n. összetett, azaz különemű szövetekből szerkesztett (heteroplasticus), s az egyszerű, azaz egyszerűetből álló (homoplasticus) szervekre. Minden szervre azonban, mint számos más, jobbnak hiányában közhasználatban levő definíció, nem elégségesek s nem használhatók; mert hiszen vannak az egyszerűetből álló szerveknél még egyszerűbbek, pl. az egysejtű mirigyek, alsóbb állatok egysejtű izmai, bizonyos érzéki sejtek, stb. De még ezen egysejtű szervek sem a legegyszerűbbek; a szövetekből összetett szervezeteknél vannak még sokkal egyszerűbbek is, melyek még csak egyetlen sejt értékével sem bírnak. Ilyenek pl. a növények levélzöld testecskei, az ürbelűek csálánszervei, az izeltlábúak szemének fénytörő corneaája, az izeltlábúak szőrei, pikkelyei, a kerékállatkák igen bonyolódott szerkezetű állkapcsai, a férgek horgai, tüskéi, sertéi stb.; mindezekre szelvében alkalmazzuk, s úgy hiszem helyesen, a szerv kifejezést, bár a fentebbi definíció nem illik rájuk.

Világos ezek után, hogy a szerveknek közhasználatban levő definíciójához ragaszkodva, még a szövetekből összetett szervezetek bizonyos szervei sem tarthatók ilyeneknek, miből azonban világért sem következik az, hogy ezek nem valódi szervek, hanem bizonyára csakis az, hogy a szerv definíciója ki nem elégítő. Hogy a szervnek kielégítő definícióját adjuk, szükséges, felfogásom szerint, hogy annak eredetileg tisztán élettani fogalmából induljunk ki, mely a szervet az élőlények műszerének, szerszámának vallja, s csak második sorban, a szervek osztályozásánál, lehetünk és legyünk is tekintettel az alaktani értékre. Ezen alapra támaszkodva, úgy hiszem, minden tekintetben kielégítő definíció önkénytelenül kínálkozik s ezen szavakban foglalható össze: A szervek elkülönült testrészek, melyek az élőlények

¹ Befruchtung und Furchung des thierischen Eies. (1878) 42.

* A HAECKEL-től megkülönböztetett hat alak-egyen a következő: 1. plastidák (cyclodák és sejtek); 2. szervek, 3. ellenes részek (Antimeren), 4. követő részek vagy izek (Metameren), 5. Személyek (Personen od. Prosopen), 6. telepek (Cormen, Stöcke, od. Colonien) Gen. Morph. I. B. 266.

² Generelle Morph. I. B. 291.

³ A tudományos állattan kézikönyve. Pest. (1868) 55.

* Más helyen azonban a *Monerekkal* szemben maga HAECKEL is szerveket tulajdonít a többi véglényeknek s a sejteknek: «Jede echte Amoebe, jede echte (d. h. kernhaltige) thierische und pflanzliche Zelle, jedes thierische Ei ist in diesem Sinne bereits ein elementarer Organismus, aus zwei verschiedenen Organen, dem inneren Kern, (Nucleus) und dem äusseren Zellstoff (Plasma oder Protoplasma) zusammengesetzt. (Studien über Moneren und andere Protisten. 4.)

bizonyos munkáinak végzésére hivatvák,* mely azután lehet vagy különböző, vagy egynemű szöveti elemekből szerkesztett, vagy egyesítő, vagy végre a sejtnak része sőt megszilárdult váladéka is (pl. chitinszőrök, pikkelyek, állkapcsok, horgok stb.). Ily módon értelmezve a szerv fogalmát, valódi szerveket sem fogunk tagadni a sejtől, a minthogy nem is tagadunk mindannyiszor, valahányszor a sejtet Brücke találó kifejezésével elemi szervezetnek, azaz szervezettnek, tehát oly élő elemi egységnek mondjuk, mely szervekkel el van látva; mert végre is csak az lehet szervezet, a mi szervezett, azaz szervekkel ellátott. Ily értelemben szólhattam már fentebb a szöveti elemek szerveiről, s ily értelemben szólhatunk a véglényekéiről is, mint valódi szervekről. Mivel pedig a szerv első sorban élettani fogalom, egészen fölöslegesnek tartom HAECKEL-nek azon ajánlatát, hogy az ázalékállatkák szája és alfele, minthogy nem homolog az állatok megfelelő szerveivel, ezentúl sejtájának (cystostoma) és sejtalfelnek (cystopyge) nevezessék: ¹ hiszen ez úgy is magától értetődik, s a tudománynak új műszókkal való épen oly felesleges megterhelése, mintha pl. az egy- és soksejtű mirigyek, a chitinszőrök, egy- és soksejtű szőrök mind külön-külön műszóval jelöltetnének.

Vajjon a véglények szerveit valódi, vagy nem valódi szerveknek nevezzük-e, s az ázalékállatkák száját és alfelét mily műkifejezéssel jelöljük, ennél sokkal fontosabb kérdés vár megoldásra: az t. i. vajjon a véglények s a sejtek szervei, valamint maguk a sejtek nincsenek-e úgy, mint a sejtekből szerkesztett szervek s a többsejtű szervezetek önálló életet élő egységekből összetéve? Brücke az elemi szervezetekről írt s méltán híressé vált értekezésében ² ezeket mondja: «Én a sejteket elemi szervezeteknek nevezem, mint mikép azon testeket, melyek eddigelé vegytanilag nem bontattak szét, elemeknek nevezzük. A mily kevéssé van ezeknek szétbonthatatlansága bebizonyítva, ép oly ke-

véssé tagadhatjuk annak lehetőségét, hogy talán a sejtek maguk is más, még kisebb szervezetekből vannak összetéve, melyek hasonló viszonyban állanak hozzájuk, mint a sejtek az özszervezethez; eddigelé azonban nincs alapunk ezt feltenni.»

Mióta Brücke ezen szavakat írta, az elemek összetettsége s szétbonthatósága sokat nyert valószínűségében; az elemi szervezetek finomabb szerkezetének kipuhatólására irányított újabb bűvárlatok pedig, nézetem szerint, egyre közelebb vezetnek azon felfogáshoz, hogy még maguk is kisebb szervezetekből vannak összetéve, melyek hasonló viszonyban állanak hozzájuk, mint a sejtek az özszervezethez. A sejteknek testét felépítő ezen parányi élő egységek feltevése által a véglényeknek bizonyos magas szervezeti elkülönülései mindenesetre sokat veszítenek fejlődésük titokszerűségéből. További vizsgálatok vannak hivatva felderíteni, vajjon ezen hipotétikus egységek tényleg megvannak-e.

A véglények testének alapállománya.

Az újabb vizsgálatok, miként alkalmam volt terjedelmesen tárgyalni, megdönthetetlenül bebizonyították, hogy a véglények alapállománya sarcodeból, azaz protoplazmából áll, mely a legtöbb véglénynél többnyire egészen nem szemecskés, üvegszerűleg átlátszó kéregrétegre, kéregplasmára (*ceto- vagy exoplasma, ceto- vagy exosarc, Rindenparenchym*) s szemecskés belső állományra, bélplasmára (*entoplasma, entosarc, Innenparenchym*) van elkülönülve; ezek azonban minden éles határ nélkül mennek át egymásba, s az utóbbi korán sem tölt ki, miként CLAPARÈDE és LACHMANN fogták fel, egy praeformált úrt. A tömöttebb kéregréteg s folyékonyabb belső állomány közötti különbséget, tudtommal, COHN emelte ki először 1851-ben.¹

Azon véglényeknél, melyeknél a protoplazmatestnek kétféle állománya jól el van különülve, az emésztés és áthasonítás munkáját kizárólag a bélplasma végezi, míg a kéregplasma nem csupán az állatéleti működések végzésére, hanem még más fontos szervek elfogadására is szolgál. A bélplasma félig folyékony pépszerű állomány, mely sűrűen elszórt, szerfelett apró, halvány szemecskéken kívül nagyobb, erősebb fénytörésű, majd szabálytalan alakú rögcskéket, majd tompított szélű, többnyire kissé lapított

* Az ú. n. csökevényes szervek az egyén életében ugyan munkakört nem végeznek, de jogosan tehetjük fel róluk, hogy a phylogeniai sorozatban ezek is végeztek bizonyos munkát, sőt egy részüknél csakis tudatlanságunk palástolására használtatik a «csökevényes» jelző, a mennyiben vannak «csökevényes szervek», melyek csak a teljes kifejlődését elért szervezetben nem működnek, de működtek az egyéni fejlődés bizonyos szakában.

¹ Zur Morphologie der Infusorien. 547.

² Die Elementarorganismen. Sitzungb. d. math. naturw. Classe d. k. Akad. 44. B. 2. Abt. Wien. 1862.

¹ Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Infusorien. ZWZ. III. 263.

testecskéket tartalmaz, melyek élénken emlékeztetnek a peték széktestecskéire, s melyek BÜTSCHLI szerint, fehérjenemű amyloid anyagból állanak s jód és kénsav hozzáadására megkékülnek.¹ Hogy a testecskék nem kívülről felvett idegen záradékok, ezt világosan bizonyítja az, hogy a szájnélküli *Opalina*-, *Acineta*- és *Gregarina*félekénél is előfordulnak; számos *Heliozoumnál* s *Radilárnál* a protoplazma a rögcskéken kívül színes olajcseppeket, a levélzöldet tartalmazó *Flagellátoknál* amylum- és paramylum-testecskéket tartalmaz. Az épen említett, nyilván tartalékanyagok értékével bíró rögcskéktől jó megkülönböztetendők azon egészen más természetű, nem mindig előforduló, igen erősen fénytörő testecskék, melyek majd ritkán, majd sűrűen szét vannak szórva, majd bizonyos helyeken felhalmozódnak. Ezen testecskék, melyek erős fénytörésük miatt áteső fénynél egy tömegben feketének, egyenkint fekete körvonalúaknak látszának, majd igen apró, látszólag gömbölyüded szemcséket, majd kis pálczikákat képeznek. A *Paramecium Aureliánál* azt találom, hogy e pálczikák gyakran kettesével, hármassával összenőnek s A, K, X betűkhez hasonló alakot mutatnak. Az ázalékállatkák egybekelésével foglalkozó több bűvár tesz említést ezen sötét szemecskékről, s én magam is kiemeltém a sós-vízi *Lionotus Fasciola* leírásánál² s BÜTSCHLI azon felfogásához, hogy az egybekelés alatt végbemenő igen élénk anyagforgalom termékei,³ hozzátettem, hogy igen valószínűn húgyconcrementumok értékével bíró bomlási termékek, mi mellett különösen az szól, hogy egészen megegyezni látszanak az alsóbb állatoknál annyira elterjedt húgysavas nátron rögcskékkal. E bomlási termékek némely ázalékállatkánál a protoplazma áramlásába jutván, a testvégeken, ott, hol az áram elhajlik, lerakottnak s e helyeken azután azon sötét foltokat képezik, melyek pl. a *Paramecium Aureliánál* s számos *Oxytrichafélénél* a mellső és hátsó testvégen, a *Metopus sygmoidesnél* csupán a mellsőn, a *Vorticellafélénél* pedig a kocsányvégen fordulnak elő. Nyilván ugyanide tartoznak azon sötét szemecskék is, melyek számos tokot

lakó *Monothalamiumnál*, pl. az *Euglypháknál*, *Trinemánál* s *Cyphoderiánál* a mag előtt gyakran övet képeznek, s talán azon kristályok is, melyek a *Radio-lárok* tokon belüli protoplazmájában gyakran előfordulnak. Azon véglényeknél, melyek szilárd táplálékot vesznek fel, a protoplazma rögcskéivel keveredett idegen záradékok gyakran igen megnehezítik annak eldöntését, hogy mi tartozik a protoplazmához s mi az, a mi kívülről jutott állományába. Az emésztés alatt levő elnyelt testek majd egyszerűen be vannak ágyazva a protoplazmába, majd vízudvar által környezetek; ezek azon *emésztőüröcskék*, melyek EHRENBURG-et a sokgyomrú készülék felállítására vezették. Ezen emésztőüröcskéken kívül gyakran nagy nedvrők fordulnak elő számos véglény bélplasmájában, melyek között a protoplazma, mint gyorsan növekedő növénysejtekben, vagy a Hydroidok entoderma-sejtjeiben hálózatos gerendázatot képez; így pl. a *Trachelius Ovumnál*, a csillószőrös ázalékállatkák között, s a *Noctilucáknál*. Ugyanily nedvrők az *Actinosphaerium Eichhornii* s több más gyökérlábúnak protoplazmáját egészen habossá teszik; HERTWIG szerint a *Radio-lárok* tokon kívüli és belüli protoplazmájában előforduló ú. n. alveolusok szintén nedvröcskének felelnek meg.

Focke, mint már fentebb említettem, már 1836-ban észlelte a *Paramecium Bursariánál* a bélplasmának keringő áramlását s nyomos argumentumul használta fel EHRENBURG sokgyomrú készüléke ellen. Ezen áramlást, mely élénkebb a bélplasma külső részében, mint belsejében, sokszorosan összehasonlították a protoplazmának azon aktív keringő áramlásával, mely bizonyos növénysejtekben, pl. a Chara-sejtekben oly megragadó pompás látványt nyújt. Ezen felfogás ellen STEIN az áramlásnak egészen más, s mint e jelenség okának kipuhatolására tett számtalan észleleteimre támaszkodva állithatom, a valónak teljesen megfelelő magyarázatát adta.¹ A *Paramecium Bursariánál* az áramló tömeg a testnek baloldali, hosszabb és hajlottabb szélén mellfelé tart, azután a mellső testvégen jobbra kanyarodva, a jobb oldali, rövidebb és egyenesebb szél hosszában hátrafelé irányul, s a hátsó testvégen ismét balra és mellfelé kanyarodik. Tekintetbe véve már most azt, hogy a test hátsó felének jobb oldalán fekszik a rövid tölesérszerű garat, melynek a bélplasmához vezető hátsó vége balra hajlott, s hogy ezen garaton át szünet

¹ Notiz über das Vorkommen einer dem Amyloid verwandten Substanz in einigen niederen Thieren AAP. (1870) 365. Továbbá: Einiges über Infusorien. AMA. IX. B. 4. H. (1873) 671.

² A szamosfalvi sóstó néhány ázalgjáról. Term. rajzi füz. II. (1878) 229.

³ Studien üb. die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle ect. 421.

¹ I. 57.

nélkül erélyes táplálékáram, a garaton végig haladva, bizonyos állandó irányt nyert; alig szenvedhet kétséget, hogy ezen áram hozza keringésbe s tartja keringésben a protoplazmát.* Egészen ily módon jó létre egy többnyire sokkal lassúbb keringés mindazon csillószőrös ázalékállatkáknál és Flagellátoknál, melyeknek állandó szájuk s garatjuk van, míg a száját s garatot nélkülöző véglényeknél ezen szabályos irányú keringés nem észlelhető, mi a STEIN adta magyarázat helyessége mellett mindenesetre igen nyomós bizonyíték.

Egészen más természetű azon áramlás, melyet a *Noctilucák* hálózatos gerendázatot képező bélpasmáján QUATREFAGES már 1850-ben észlelt, s újabb búvárok is megerősítettek;¹ ezen áramlás a protoplazmának aktív mozgási jelenségeihez tartozik s egészen megegyezik avval, mely a növénysejtekben, pl. a *Tradescantia* porodaszőreinek híressé vált sejtjeiben, vagy bizonyos gyökérlábúak állabain észlelhető, miről alább még szó leend.

A bélplasma a legtöbb véglény felületén ellentállóbb, tömöttebb összeállítású kéregrétegbe megy át, mely többnyire, de nem mindig, egészen egynemű, üvegszerűleg átlátszó. A hol a kéregplasma élesen el van különülve, mint pl. a nagyobb *Amoebáknál* vagy számos csillószőrös ázalékállatkánál, tulajdonképen két egymásba elmosódva átmenő réteg különböztethető meg rajta: egy folyékonyabb, mézgaoldathoz hasonló belső réteg, mely a bélpasmába folytatódik s a véglény szétfolyásakor duzzadó, víztiszta cseppekben ömlik ki, s egy jóval tömöttebb összeállítású külső réteg. Ez utóbbinak tömötsége néha merevségig fokozódik, úgy, hogy a véglény páncélzottnak látszik, a nélkül, hogy elkülönült pánczéla lenne. Szétfolyás alatt ugyanis ezen merev határréteg is felduzzad, mintha csak merev állománya megolvadna; ezt lehet például észlelni a *Stylonichia*kon, *Euplotes* és *Aspidiscaphelen*en, vagy a *Flagellátok* között a *Cryptomonas*okon, mire már DUJARDIN is figyelmeztetett s mit STEIN,² valamint CLAPARÈDE és LACHMANN³ egyaránt kiemelnek.

* A protoplazma keringésének ily módon való létrejötte és fenntartása igen jól megérthető STEIN élethű rajzainak megtekintéséből, mely rajzok fel vannak véve MARGÓ tud. állat. kézikönyv. 34. l. 5 ábr.

¹ M. SCHULTZE, Die Polythalamien. 38. CIENKOWSKI: Ueber Noctiluca miliaris Sur. AMA. IX. (1873) 47.

² I. 56.

³ I. 16.

Cuticula, vázak, héjak.

EHRENBERG-gel szemben, ki a véglényekben mindig a magasabb állatok miniature-képeit látta, s nekik magas szerkezetű izomzattal összefüggő köztakarót is tulajdonított, DUJARDIN bebizonyította, hogy a gyökérlábúak sarcodéja egészen buroknélküli; nemkülönben burok nélkülieknek állította mindazon ázalékállatkákat, melyeknek teste könnyen szétfoly, míg több család képviselőinek (*Leucophryens*, *Parameciens*, *Vorticelliens*, *Urcéolariens*) hálózatos burkot tulajdonított. — COHN volt az első, ki ez irányú pontos vizsgálatokkal kimutatta, hogy az ázalékállatkáknak csakugyan van alkalmas kémlelő szerekekkel teljesen leemelhető finom burokjuk, melyet *cuticulának* nevezett.¹ További vizsgálatok COHN észleleteinek helyességét megerősítették, de azt is bebizonyították, hogy a csillószőrös ázalékállatkák nem mindegyikét borítja a cuticula, s épen az ú. n. páncézosak azok, melyeknél, mint épen említém, a határréteg nincs külön cuticulává tömörülve. Állandóan cuticulával vannak továbbá borítva a *Gregarinák* és *Noctilucák*, valamint számos *Flagellátok* is. Valódi cuticuláról természetesen csak azon esetben lehet szó, ha közvetlenül, vagy kémlelő szerekekkel való kezelés után kettős körvonalú hárttyát különböztethetünk meg, mint pl. a *Gregarináknál*, mely ha vastagabb s szilárdabb, valószínű páncélt képezhet. Minthogy azonban a cuticula vastagsága aránylag tág korlátok között változik, egyes adott esetekben vita tárgyát képezheti, vajjon van, vagy nincs-e cuticula. Ez áll pl. az *Amoebákról*, melyeket, mint a többi gyökérlábúakat általában, cuticula nélkülieknek tartanak, míg AUERBACH az *Amoebák* egysejtűségét kimutató értekezésében kifejtett azon nézetét, hogy van cuticulájuk, bizonyos *Amoebákra* újabb vizsgálatai után is fenntartja.² A cuticula minden esetre végtelen finom, tömöttebb összeállítású *határréteggel* veszi kezdetét; egészen az egyéni felfogástól függ már ezen határréteget is cuticulának tartani, vagy nem tartani; minden e felett folytatott vita meddő hajszaölhasogatás, mert mint FRAY a sejtthárttyáról igen találóan megjegyzi: «Nincs az az ember, a ki megtudná mondani, hogy az ily hárttyácska voltaképen hol kezdődik».³ A véglények cuticulája nem mindig szerkezet nélküli, néha, mintha

¹ Ueber die Cuticula der Infusorien. ZWZ. V. (1854).

² Organologische Studien. II. (1874) 235.

³ Grundzüge der Histologie. (1875) 8.

igen parányi sejtek képeznek, apró terecskék mozaikjából van összetéve; ezt találta HERTWIG a *Leptodiscus medusoideus*-nél; máskor nagyobb többszögletes táblácskákra különült, a mint *Peridiniumfélék* pánczéla, melynek táblái maguk ismét finom hálózatos mozaikból állhatnak. Számos csillószőrös és ostoros ázalékállatkának cuticulája egy irányban, vagy két egymást szelő irányban finoman sávolyzott; ezen sávok többnyire többé-kevésbé pörge lefutásúak s mint már 1839-ben MEYEN is kiemelte,¹ COHN pedig ismét ráutalt,² egészen megegyeznek a növénysejtek cuticulájának hasonló finom sávolyzatával. A cuticula sávjai néha egyenlő nagyságú apró gömböcskékből vannak összetéve; mintegy gyöngysorokat képeznek, mint pl. az *Euglena Spirogyránál*, vagy az általam leírt sós vízi *Placus striatus*-nál;³ máskor ismét az egész cuticula ily gömböcskékből áll, mint a HERTWIG-tól leírt *Podophrya gemmipara* ú. n. vázhártyája (Skeletmembran).⁴ Ezen röviden érintett rajzokhoz még bizonyos sculpturák, kiemelkedő tarajok, szemölcsök, tüskék stb. is járulhatnak.

A mi a véglények cuticulájának vegyi összetételét illeti, erre nézve COHN vizsgálatai után annyit tudunk, hogy közelebb áll a cellulózéhoz s a chitinhez, mint az állati sejthártyához;⁵ pontos vegyi összetétele azonban eddigelé ismeretlen.

Azon különböző alakú tokok, elálló páncélok, héjak, vázak, melyek számos véglényre annyira jellemzők, kétségkívül szintén a cuticuláris képződések közé sorozandók; nem egyebek ezek, mint a véglény testének felületéről leemelődött páncélok, mit legmeggyőzőbben bizonyítanak az *Acineták*, melyeknél, mint CLAPARÈDE és LACHMANN igen találóan említik fel, a testtől elálló tok s a testet megfelfűző páncél vagy finomabb cuticuláris burok között minden átmenetet lehet találni.⁶

Ezen tokoknak, héjaknak valamint alakja, úgy finomabb szerkezete is végtelenül változik, s testzetős alakjuk, gyakran meglepő csinos dessinjeik s gazdag sculpturáik, különösen bizonyos gyökérlábúaknál, valódi szemüditő képet tárnak elé, s a mikroszkópi készítményeknek dísz tárgyai. Többnyire

egyetlen összefüggő ürt zárnak körül, s csak a *Polythalamiumok*-nál van belsejük likacsos rekeszekkel több kamrára, a kihalt *Nummuliteknél* pedig egymás felett álló bonyolódott szerkezetű gallériákra osztva. A többnyire jelenlevő egyetlen nyílást, melyen át a véglény a külvilággal közlekedik, a *Polythalamiumok*-nál számtalan apró likaacs-kacsatorna helyettesíti, melyektől a héj, mint a szita át van törve, s e miatt nevezte D'ORBIGNY ezen gyökérlábúakat *Foraminifereknek*; ugyanily likacskáktól van áttörve egy általam leírt sós vízi gyökérlábúnak, az *Orbulinella smaragd*-ának a héja.¹ A *Radiolárok*-nak s némely *Heliozomok*-nak héja nagyobb nyílásoktól van áttörve, melyek között a héj állománya finom hálózatot képez, mintha e tokok finom csipkékből alakultak volna; ugyanily szerkezet jellemzi a csillószőrös ázalékállatkák között a *Dictyocystafélék* tokjait.

A tokok s héjak vagy chitinszerű állományúak, mint a testet burkoló cuticula; vagy, mint néha a páncélok is (pl. *Peridiniumfélék*), elkovásodottak, így pl. az *Euglyphák*-nál, *Heliozomok*- és *Radiolárok*-nál; vagy végre szénsavas mésznek belerakodásától keményedtek el, mint a legtöbb *Polythalamium*-nál s a *Nummuliteknél*. Ezen kemény tokokkal szemben az ellenkező szélsőséget képezik azok, melyek, mint némely csillószőrös és ostoros ázalékállatkának, szemecskés, nyálkás állományúak.

A protoplazmának — miként HAECKEL találóan kifejezi — «alakító művészete»² nem csupán a külső felületen képes vázakat formálni, hanem belsejében is, s e szerint a protoplazma belsejében is kiválhatnak vázrészek. Így nevezetesen a *Radiolárok*- és *Heliozomok*-nál kovasavból álló; különböző alakú és nagyságú s elhelyezésű tűk, spiculumok, vagy pedig a legkülönbözőbb finomságú és szerkezetű csipkeszerű rostélyok (innét EHRENBERG-nek *rostélyállatkák* «Gitterthierchen» elnevezése), melyek úgy, mint pl. a szivacsoknál, a lágytestnek támasztát képezik.

A véglények cuticulájától s épen tárgyalt tokjaitól, héjaitól, létrejöttüket tekintve, alig különböznek azok az egészen zárt tokok, melyekbe bizonyos körülmények között, ú. n. *betokozódások* (Encystirung) alkalmával, elzáródnak. Ezen betokozódási folyamatról s ennek jelentőségéről azonban alább fogok szólni.

¹ Einige Bemerkungen über den Verdauungsapparat der Infusorien. AAP. (1839)

² Id. m. 426.

³ Term. r. füz. II. p. 233.

⁴ Ueber Podophrya gemmipara. MJ. I. (1875) 28.

⁵ Id. m. 425.

⁶ I. 17.

¹ A szamosfalvi sóstóban élő gyökérlábúakról. Term. r. füz. I. (1877) 164.

² Protistenreich. 38.

A kéregplasma elkülönülései. — Pálczikaalakú testecskék.

A kéregplasma, mint már említém, többnyire, de nem mindig üvegszerű, szemecske nélküli. Gyakran amyloid-testecskéket, a *Flagellátoknál*, s mint AUERBACH kimutatta, némely *Amoebánál* is keményítő- s paramylon-testecskéket, vagy ismeretlen természetű apró erősen fénylő gömböcskéket tartalmaz, különösen mélyebb rétegében; ugyanitt foglalnak helyet a nem ritkán előforduló levélzöld-gömböcskék, melyekre alább még visszatérek. A netalán előforduló különböző színű festőanyagok szintén a kéregplasmát színezik.

Némely csillószőrös ázalékállatkánál a kéregplasma felületi rétege tömötten egymás mellett álló s apró hengeres hámsejtekre emlékeztető hasábkákból van összetéve, melyek olyanféle szerkezetet adnak neki, minő a méhek lépe. Ezen sajátos szerkezetet találta BÜTSCHLI a *Bursaria truncatellánál*; én ugyanezen szerkezetet ismerem egy Kolozsvár körül igen gyakran előforduló *Prorodonnál*, mely legközelebb áll EHRENBURG P. *niveusához*. Hogy ezen hasábkák nem hámsejtek, ezt eléggé bizonyítja az, hogy hasonló elkülönések némely sejtek kéregrétegében is előfordulnak: így BÜTSCHLI kiemeli, hogy egészen ilyen hasábkák vannak a *Pilidium epidermis*sejtjeinek kéregrétegében.¹

Számos ázalékállatka kéregplasmájának igen feltűnő elkülönüléseit képezik az ú. n. *pálczikaalakú testek*, vagy *trichocystek*, STEIN *tapintó testecskéi*, melyek az ázalékállatkák egysejtűsége ellen oly gyakran érvül hozattak fel. EHRENBURG már 1832-ben ismertette, hogy a *Bursaria vernalis*nál (= *Cyrtostomum leucas* St. levélzöld testecskéket tartalmazó változata) a csillószőrök között kis prizmaszerű pálczikák vannak mintegy beszűrűlve a test kéregállományába. Ugyanily pálczikákat fedezett fel SCHMIDT OSZKÁR 1849-ben a *Paramecium Aureliánál* és *P. caudatumnál*.² Mainap tudjuk, hogy ezen pálczikák igen sok csillószőrös, különösen holotrich ázalékállatkánál előfordulnak, még pedig majd egyenletesen az egész ektoplaszmában, majd annak csak bizonyos tájain. ALLMANN 1855-ben felfedezte, hogy ezen pálczikák eczetsavval való kezelésre, finom merev fonalat lövelnek ki, s az úrbélűek csalánszerveivel megegyező

szerveknek, trichocysteknek tartotta,¹ mely felfogáshoz a legtöbb későbbi bűvár csatlakozott. STEIN ellenben a kilövelt fonalakat a kémlelő szer hozzáadására megnyúlt s megmerevedett csillószőröknek, a szóban forgó pálczikákat, mint SCHULTZE M. a *Turbellafélék* egészen hasonló pálczikáit, tapintó testecskékné tekintti, bár nem tagadja azt, hogy bizonyos ázalékállatkáknál a tapintótestecskékhöz egészen hasonló pálczikák csakugyan fonalat lövelnek ki, s hogy valódi csalánszervek. Mi sem könnyebb, mint különösen a KÖLLIKER ajánlotta chromsavoldat² alkalmazásával meggyőződni arról, hogy a pálczikák csakugyan fonalakat lövelnek ki, sőt az ázalékállatkák, midőn a víz elpárolgása következtében a sók tömörülnek, a fedőlemez pedig rájuk nehezedik, minden kémszer nélkül is kilövelik fonalaikat, vagy helyesebben finom merev tüiket. CLAPARÈDE és LACHMANN említést tesz arról, hogy egy még le nem írt *Euglena* fajban is találtak a csillószőrös ázalékállatkák trichocystjeivel egészen megegyező pálczikákat;³ nyilván ennek felel meg azon zöld *Flagellát*, melyet STEIN legújabb munkájában *Rhaphidomonas Semen* név alatt vett fel⁴ s melynek «kéregrétegébe nagy mennyiségű pálczikaalakú testecske, vagy csalántok van beágyazva, melyeknek száma s csoportosulása egyénenként rendkívül változik.» Megemlítem itt, hogy én igen finom pálczikákat a zöld *Flagellátok* között még a *Phacus longicaudában* is észleltem; BÜTSCHLI pedig felemlíti, hogy moha-öntelékben nevelt szintelen *Chilomonas Parameciumokból* eczetsavval való kezelésre épen olyan tüket látott kilövelni, mint a *Parameciumokból*, bár az élő *Flagellátok*ban pálczikákat nem különböztethetett meg.⁵

Ezen még mindig kétes természetű szerveken kívül azonban némely ázalékállatkánál az úrbélűekével mindenben megegyező szerkezetű, valódi csalántokokat is észleltek. CLAPARÈDE és LACHMANN a norvégiai partok Campanuláriáin élő *Ophryodendron abietinum* névvel jelelt, bizarr *Acinetaféléket* többnyire tömve találták a Campanuláriákéval egészen megegyező csalántokokkal;⁶ GREEFF RICHARD az *Epistylis flavicans* egyes egyéneinek kéregplasmájá-

¹ V. ö. STEIN. u. o.

² Icones histiologicae. 11.

³ I. 23.

⁴ III. Taf. XIII. fig. 6—12.

⁵ Beitr. zur Kenntniss der Flagellaten. ZWZ. XXX. (1878) 245.

⁶ III. 144.

¹ Studien üb. die ersten Entwicklungsvorgänge etc. A IX. tábla magyarázó szövegében.

² V. ö. STEIN I. 61.

ban gyakran nagy mennyiségben talált a Hydrák kisebb csalántokjaival egészen megegyező tokokat, melyek érintésre kiszökellő, pörgén csavart fonalat rejtettek; ¹ BÜTSCHLI végre egy tengeri ázalékállatkában, melyet *Polykrikos Schwartzii* névvel jelölt, szintén talált valódi csalántokokat, melyek bonyolódott szerkezetüket tekintve, semmiben sem térnek el az úrbelűek csalántokjaitól. ² Vajjon ezen valódi csalántokok az ázalékállatkáknak saját szervei-e, vagy csupán kívülről vétettek-e fel, mint miként igen gyakran elnyeli a polypetű (*Kerona Polyporum*) az édesvízi Hydrák csalántokjait? Oly jogosult kérdés, mely további pontos vizsgálatoktól várja eldöntését.

A véglények testének összehúzódó képessége, vagy ennek hiánya. Myophanrostok.

A véglények testük alakját majd állandóan megtartják, majd ismét képesek azt a protoplazmának összehúzódása és duzzadása által többé-kevésbé változtatni. Az alakjukat nem változtató véglények vagy egészen merevek, mint pl. a *Flagellátok* között a *Peridinium*- és *Cryptomonasfélék*, vagy a csillószőrösök közt a *Stylonychiák*, *Euplotes*- és *Aspidiscáfélék*, vagy, ha hajlékony cuticulával borítottak, csak passzive képesek alakjukat, valamely külső nyomás hatása alatt, változtatni. Ezekből azután az alakváltoztatókhoz való átmenetet képezik azon véglények, melyek csupán lomhán képesek, férgek módjára, megnyúlni és megrövidülni, mint a *Gregarinák* legnagyobb része s némely csillószőrös ázalékállatka. A tulajdonképi alakváltoztatók alakjukat vagy minden irányban változtathatják, mint a csupasz gyökérlábúak, nevezetesen az *Amobák*, továbbá némely *Euglenák* és *Astasiák* a *Flagellátok* között; vagy pedig abban áll az alakváltoztatás, hogy a véglény megnyúlt testét hirtelen, mintegy görcsösen összepattanva, képes összehúzni, mint pl. a *Stentor*- és *Vorticellafélék*. PERTY, mint fenn közölt osztályozásából látható, a test alakváltoztató képességének fokozatait, illetőleg hiányát használta fel a csillószőrös ázalékállatkák csoportosításánál, s megkülönböztetett *összepattanó* (*Spastica*), *alakváltoztató* (*Metabolica*) és *állandóalakú* (*Monima*) csillószőrösöket. Ezen csoportosítás tarthatlanságának kimutatására legyen elég az *Oxytrichaféléknek* bizonyára igen természetes csoportjára

emlékeztetnem, melyek között vannak összepattanók (pl. *Uroleptus*, *Stichotricha*), alakváltoztatók (pl. *Oxytricha*) és állandó alakúak (pl. *Stylonychia*).

Az összehúzódás székhelyének kipuhatolására irányított vizsgálatok azon eredményre vezettek, hogy mindazon véglényeknél, melyek elkülönült kéregplasmával bírnak, csupán ez utóbbi, még pedig ennek legfelületesebb része az, mely az összehúzódásukat végezi. Legegyszerűbb esetben ezen összehúzódó réteg egészen szerkezet nélküli üvegyszerű, átlátszó, mint pl. az *Amobáknál*, számos *Gregarinánál*, ostoros és csillószőrös ázalékállatkánál, — ez az a víztiszta sarcodé, melyet ECKER „formálatlan összehúzódó állomány”-nak nevez; máskor ellenben bizonyos irányban lefutó szalagok vannak benne elkülönülve, melyek élettani tekintetben megegyezni látszanak az izomrostokkal, s melyeket HAECKEL *myophanrostoknak* (*Scheinmuskeln*, *Myophane*) nevez. ²

Legrégebben ismeretesek ezen összehúzódó szalagok bizonyos csillószőrös ázalékállatkánál, melyeknél többnyire pörgén csavarodó halványabb, aprószemcsékéjű, szélesebb sávok erősebben fénytörő, szemecskenélküli, keskenyebb sávokkal váltakozva, futnak végig a kéregplasmában; az előbbieket kissé kidomborodnak, míg az utóbbiak barázdákba mélyednek. Nem különben régóta ismeretes az összehúzódó kocsányú *Vorticellafélék* csöves kocsányának tengelyében végig futó ú. n. *kocsányizom*, mely a kocsánynak legerősebb megnyúlása alatt is hossz tengelye körül gyengén, hullámzatos lefutásban csavarodott. Ezen kocsányizom halvány, szemecskes kéregrétegtől bevont szalag, mely, mint ENGELMANN ³ és WRZESNIEWSKI ⁴ kimutatta, a fényt a húselemek (sarcous elements) módjára kettősen töri s majd egészen egynemű, majd finom fibrillákból van összetéve, melyek a *Vorticellák* testének kúpos kocsányvégén, a test belsejébe, tölcérszerűleg szétbomolva hatolnak be, s EVERTS ⁵ és ENGELMANN ⁶ szerint némely *Vorticellafélénél* egész a harang pereméig folytatódnak. Ugyancsak kettős

¹ Zur Lehre vom Bau der contractilen Substanz der niederen Thiere. ZWZ. 236.

² Zur Morphologie der Infusorien. 537.

³ Contractilität und Doppelbrechung. AAP. IX. 444.

⁴ Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. ZWZ. (1874) XXIX. 293.

⁵ Untersuch. über Vorticella nebulifera. ZWZ. (1873) XXIII.

⁶ Id. mű.

¹ Untersuch. üb. den Bau und Naturg. der Vorticellen. AN. 36. Jahrg. I. (1870) 383.

² Einiges über Infusorien. AMA. (1873) 674.

törésűeknek találta ENGELMANN a *Stentorok* keskeny sávjait is.

EHRENBERG már 1831-ben izmoknak tartotta a *Stentorok* kéregrétegének szélesebb, szemecskés sávjait, melyek szerinte a csillószőrök mozgására való, míg a *Vorticellafélék* «haránt csikolt» kocsányizma a kocsány összehúzódásait végezi. SCHMIDT OSZKÁR volt az első, a ki összehasonlító bonczatani kézikönyvében¹ arra utalt, hogy az ázalékállatkák összehúzódása mindig a sávok irányában történik, melyek e szerint izmoknak felelnek meg; később pedig tüzetesebben kifejtette, hogy a szélesebb szemecskés sávok azok, melyek az összehúzódásnál működnek.² Utána LIEBERKÜHN foglalkozott a *Stentorok* összehúzódó szalagaival s azon SCHMIDT-ével ellenkező eredményre jutott, hogy izomrostoknak a szemecskés szalagok közötti keskeny, fényes sávok felelnek meg.³

A véglények összehúzódó elemeinek az izomrostokkal való azonosítására nagy befolyással voltak KÜHNÉ-nek vizsgálatai,⁴ melyekben kimutatta, hogy az izomrostoknak önálló irritabilitásuk is van, minél fogva idegek közvetítése nélkül is összehúzódók, s hogy a *Vorticellák* kocsányizma villamos, hőmérséki s vegyi ingerek iránt jó részt úgy viseli magát, mint az izomrostok. Jó részt, de még sem egészen, mert pl. a *Vorticellák* kocsányizma a leghathatósabb izom-méreg, a nyilméreg (Curara) iránt teljesen érzéketlen. KÜHNÉ-vel egészen ellenkező eredményre jutott MECSNIKOV, arra t. i., hogy a *Vorticellák* kocsányizma mind a villamosság, mind pedig vegyi ingerek s izommérgek iránt egészen másképp viseli magát, mint az izomrostok, s e szerint ő a véglények összehúzódó rostjait nem is tekinti izmoknak, hanem egyszerűen rugós rostoknak.⁵

MECSNIKOV felfogásával egészen megegyező ered-

ményre jutott COHN. Szerinte a véglények összehúzódó elemei nem azonosak a magasabb állatok izomrostjaival, melyek nyugalmi állapotban megnyúlnak, működés alatt pedig megrövidülnek, hanem ellenkezőleg, nyugalmi állapotban vannak megrövidülve, mit igen meggyőzőleg bizonyít azon COHN-tól felhozott s minden véglénybúvár előtt ismeretes körülmény, hogy az ázalékállatkák legtökéletesebbnek látszó izma, a *Vorticellafélék* kocsányizma, az ázalékállatka elhaltával vagy kocsányáról való leválása után, összepattanva marad. Bizonyos összehúzódó növénysejtek, nevezetesen a Cynareák porodaszálainak sejtjei, egészen ily viszonyt mutatnak; ingerekre rugékony cuticulájuk összehúzódik, s ezen összehúzódás a sejt elhaltával is megmarad, míg nyugalomban a sejtek megnyúlnak. E szerint tehát a véglények összehúzódási jelenségei a rugalmasságban találják magyarázatukat s ugyanoly törvények szerint mennek véghez, mint bizonyos növénysejtek összehúzódásai.¹ Ugyancsak rugalmasságra vezette vissza újabb időben ROUGET² és SCHAAFFHAUSEN³ a *Vorticellafélék* kocsányizmának összehúzódását.

Az épen előadott felfogás, melyet saját vizsgálataimra támaszkodva, egészen helyesnek tartok, nem igen talált követőkre, s a búvárok legnagyobb része az ázalékállatkák kéregplasmájának szalagszerű elkülönüléseit, s a *Vorticellafélék* kocsányszalagát ingerekre aktivan összehúzódó izomtermészetű rostoknak tekinti.

Azon fontos pontra nézve azonban, vajjon a szélesebb, szemecskés szalagok, vagy pedig az ezek közötti szemecskétlen fényes sávok tényezői-e az összehúzódásnak, egészen eltérők a vélemények. KÖLLIKER,⁴ STEIN,⁵ HAECKEL⁶ SCHMIDT OSZKÁR-al a széles szemecskés szalagokat tekintik összehúzódóknak; KÖLLIKER ezeket az elemi izomrostok fibrilláival hasonlítja össze s a *Stentoroknál* harántcsikoltaknak írja le. E harántcsikolatok tényleg igen jól kivethetők, de bizonyára nem egyebek egyszerű redőknél, s ép oly kevéssé felelnek meg az elemi izomrostok harántcsikolatainak, mint azon zezugos rajz, melyet LEYDIG a *Vor-*

¹ Vergleichende Anat. II. Aufl. 1852.

² Spongien des Adriatischen Meeres. I. Suppl. 1864. V. ö. Eine Reclamation, die «geformten Sarcodien» der Infusorien betreffend. AMA. III. (1867) 393.

³ Beitr. zur Anat. der Spongien. AAP. (1857) 403. Jegyz. a.

⁴ Ueber directe und indirecte Muskelzuckung mittelst chemischer Agentien. Ueber die Muskelzuckungen ohne Betheiligung von Nerven. Untersuchungen über Bewegungen und Veränderungen der contractilen Substanz. Mindháromért v. ö. AAP. 1859.

⁵ Untersuchungen über den Stiel der Vorticellen. AAP. 1863. Továbbá: Nachträgliche Bemerkungen über den Stiel der Vorticellen. U. o. 1864.

¹ Ueber die contractilen Staubfäden der Disteln. ZWZ. XII. (1862)

² CR. (1867) 1204. LEUCKART Ber. AN. 34. II. 315.

³ Sitzungsber. der niederrhein. Gesellsch. zu Bonn (1869) 53–54. LEUCK. Ber. AN. 36. II. 365.

⁴ Icones histiologicae. 14.

⁵ II. 27.

⁶ Zur Morphologie der Infusorien. 535.

ticellafélék kocsányizmaról adott,¹ s mely WRZESNIEWSKI szerint, nem lehet egyéb, mint azon finom fibrillák kigyózó lefutásának kinyomata, melyekből a kocsány összehúzódó fonala össze van téve.² Azon erősen fénytörő szemecskék, melyek ezen állítólag összehúzódó szalagokban egészen szabálytalanul vannak szétszórva, bizonyára szintén nem felelnek meg a harántesikolt izomrostok BOWMAN-féle elemeinek, minőknek STEIN véli. A bűvárok másik része ellenben LIEBERKÜHN-hez csatlakozva, a széles szemecskés, halvány szalagokkal váltakozó keskeny, nem szemecskés, kettős törésű sávokat tartja összehúzódóknak, így GREEFF,³ EVERTS,⁴ ENGELMANN,⁵ SIMROTH,⁶ WRZESNIEWSKI,⁷ CLAUS.⁸ Én magam szintén ezen felfogás mellett nyilatkoztam,⁹ s az ellen, hogy a protoplazmának szemecskés része összehúzódó, érvül említettem fel, hogy az ázalekállatkáknak némely igen erőlyesen összehúzódó testrésze, nevezetesen az orrmány, egészen szemecskételen üvegszerű állományú, s csak annyiban térek el az utóbb említett bűvároktól, hogy MECSNIKOV, COHN, ROUGET, SCHAAFFHAUSEN-nel az összehúzódás képességét rugalmasságra vélem visszavezetendőnek.

Valamennyi bűvártól egészen eltérőleg fogja fel FROMENTEL az ázalekállatkák összehúzódó elemeit.¹⁰ Szerinte a *Stentorok*-nál a széles szemecskés szalagok rejtik magokban az izomelemeket, még pedig azon kis szemölcszerű kidomborodások, melyek ezen szalagoknak fennebb említett haránt befűződése között vannak, a befűzéseknek megfelelőleg egy-egy parányi izommal állanak összefüggésben, melyeket persze FROMENTEL maga sem látott, s melyek kétségkívül nem egyebek, mint ezen élénk képzelőtehetségű szerzőnek képzeleti szüleményei.

A kéregplasmának összehúzódó elemei nem csupán a csillószőrös ázalekállatkákat jellemzik; elő-

fordulnak ezek, mint STEIN kiemeli,¹ némely zöld *Flagellát*-nál is, nevezetesen az *Euglena viridis*-nél és *Amblyophis*-nél, melyekhez némely *Astasiák* (*Peranema*) csatlakoznak. LEIDY továbbá már 1852-ben említést tett arról, hogy némely *Gregarina* kéregrétegében hosszirányú izomrostok vannak elkülönülve,² később LEUCKART, REY LANCASTER és VAN BENEDEN E. irta le a *Gregarinák*-nál összehúzódó sávokat.³ Az utóbb említett bűvár szerint, a Hommarusban élő *Gregarina gigantea*-nál kétféle sávokat lehet megkülönböztetni: hosszirányúakat, melyek tulajdonképen a cuticula redői, s gyűrűseket; ez utóbbiak a tulajdonképi összehúzódó elemek, melyek parányi, erősen fénytörő ovális testecskékből vannak olvasószerűleg összetéve. Én a Periplaneta orientalisban élő *Gregarina Blattarum* kéregplasmájában hosszirányú sávokat különböztethettem meg, melyek egészen megegyezni látszanak a csillószőrös ázalekállatkák erősen fénytörő, összehúzódó sávjai-val; dr. DADAT JENŐ legnagyobb hazai Myriopodunkból, a Lysiopetalum foetidissimumból mutatott nekem *Gregarinákat*, melyeknél a csillószőrös ázalekállatkákkal megegyező hosszirányú myophan-rostok szintén igen jól vannak kifejlődve.

Helyváltoztatásra való elkülönülések.

A Gregarinák helyváltoztatása.

A kéregplasma lévén az összehúzódás székhelye, a helyváltoztatást is ez, vagy ideiglenes, vagy állandó nyulványai és függelékei végezik.

Némely véglénynél, nevezetesen a *Gregarinák*-nál, a kéregplasma egészen a férgek bőrízomtömlője módjára működik, s majd szerfelett lomha, majd amoebaszerű, élénk alakváltozásokkal járó fürge helyváltoztatásra vezet; ez utóbbi áll a STEIN-től a Monocystis nembe foglalt *Gregarinák*-ról. Sőt a *Monocystis tenax* (= *Proteustenax* Müll., *Distigma tenax* Ehrh.), alakváltoztatásai miatt STEIN szerint,⁴ annyira megegyezik az *Amoebák*-kal, hogy MÜLLER O. FR. méltán foglalhatá az előtte egyedül ismert *Amoeba diffluens*-szel (*Proteus diffluens* Müll.) ugyanazon nembe. E mellett

¹ Lehrb. der Histologie. Leipzig. 1857. p. 133.

² Beitr. zur Naturg. der Infusorien. Z. f. w. Z. XXIX. (1877.) 292.

³ Untersuchungen über den Bau und die Naturg. der Vorticellen. AN. 36. Jahrg. 1870.

⁴ Everts. id. m.

⁵ Id. m.

⁶ Zur Kenntniss des Bewegungsapparates der Infusionsthier. AMA. XII. 1876.

⁷ Id. m.

⁸ Grundzüge der Zoologie. III. Aufl. Marburg, Leipzig. 1874. p. 165.

⁹ Term. raj. füz. II. k. 4. F. 1878. p. 223.

¹⁰ Études sur les Microzoaires. Paris. 1874. p. 8.

¹ II. p. 31.

² Transc. amer. Phil. soc. at Philadelphia. vol. X. 1852. V. ö. E. van BENEDEN: Recherches sur l'évolut. des Gregar. Bull. de l'Acad. roy des scienc. 39. année. 2 ser. Tom. XXI. Bruxelles. 1871. p. 356.

³ Van BENEDEN. id. m.

⁴ II. S.

azonban a *Gregarinák* helyváltoztatásának mechanizmusa, mint FREY méltán kiemeli, mégis csak részben ismeretes;¹ van ugyanis az előadottan kívül még egy egészen rejtélyes helyváltoztató módjuk, mikor megnyúlt, merev testtel oly módon sikamlának meglehetősen gyorsasággal, mint a Diatomeák. Az ily módon haladó *Gregarinák* körületében világos, szintelen szegélyt lehet megkülönböztetni, mely különösen feltűnően kivehető a Müller-féle sárga folyadékba tett *Gregarinák* körül, melyek ezen kitűnő indifferens folyadékban több órán, némelyek egész napon át életben maradnak s vígan mozognak. Ha már most a folyadékba festékszemecskéket kevernek, ezek a sikamló *Gregarina* világos szegélyének mentében, a haladás irányával ellenkező, sikamló mozgásba hozatnak, úgy hogy alig lehet azon gondolatot visszautasítani, hogy a *Gregarinák*, mint a Diatomiák, a legerősebb nagyításnál is egyneműnek látszó, protoplazmatalp segítségével végzik sikamló helyváltoztatásukat.

Meg akarom itt jegyezni, hogy ugyanily egészen rejtélyes, még pedig igen gyors sikamló mozgásban láthatók, gyakran az ostorokat visszavont, vagy elvetett *Euglenák* is; nevezetesen a pompás, nagy *Euglena sanguinea*, melynél hiába igyekeztem erős lencsékkel s különböző irányú és fokú világításnál a keskeny, világos szegélynek, szerkezetét kifürkészni, mely a helyváltoztatás ezen módjánál szerepelni látszik. Hogy pedig ezen keskeny, világos szegély az *Euglenák* testét csakugyan képes mozgásba hozni, ezt a betokozott, gömbölyű *Euglenák* bizonyítják, melyek kirajzásukat megelőzőleg, tokjuk belsejében egészen úgy, mint bizonyos csillószőrös embriók, a peteburkon belül élénken keringenek.

Állábak.

Ugyancsak a kéregplasma összehúzódó képességére vezethetők vissza az *Amobák* s számos más elkülönült kéregplasmával bíró gyökérlábúak alakváltoztatásai; ezeknél épen úgy, miként a szintelen vérsejtek amoebaszerű mozgásainál, a mozgás székhelyét SCHULTZE M. szerint, a kéregplasma képviseli.² A kéregplasma nyomja ki a karély- vagy hullámszerű emelkedéseket, a széles alapú, hegyes nyulványokat, a hengeres, ujjalakú s fonalas, elágazó vagy

el nem ágazó állábakat. Számos gyökérlábúaknál ellenben, kiválóan pedig azoknál, melyeknél a kéregplasma a bélplasmától elkülönülve nincsen, az egész protoplazma-test összehúzódó, s ezeknél az állábak gyakran a protoplazma belsejébe mélyen követhetők, mint ezt a *Radiolárok*-nál, nevezetesen az *Acanthometrák*-nál már CLAPARÈDE ismerte.¹ De ugyanez áll GREEFF, HERTWIG és LESSER, valamint más bűvárok vizsgálatai szerint, a *Heliozoumok*-ról is, melyeknek állábai, nevezetesen ezeknek gyakran elkülönült, merev tengelye, melyet az *Actinosphaerium Eichhornii*-nél SCHULTZE M. ismert fel először,² a protoplazma belsejébe követhetők, s az állábak innét látszanak kisugározni. Ezen állábak azok, melyeken már DUJARDIN is ismerte a szemecskeáramlást, ama meglepő mozgási tűneményt, mely elragadó pompájában különösen a tengeri *Gromiákon* és *Polythalamiumokon* észlelhető, s melynek SCHULTZE M. ép oly eleven, mint hű képét adja a következő szavakban: «A szemecske-mozgást a fonál-állományba beágyazott szemecskék sikamlása, folyása végezi. Nagyobb vagy kisebb gyorsasággal húzódnak ezek a fonálban, majd ennek szabad vége felé, majd ellenkező irányban, gyakran még a legvékonyabb fonalakon is mindkét irányban egyszerre. A találkozó szemecskék vagy egyszerűen elvonulnak egymás mellett, vagy pedig egymás körül mozognak, míg egy kis szünet után mindkettő eredeti irányát folytatja, vagy egyik a másikat magával viszi. Mint a széles úton a sétálók, úgy hemzsegnek a szemecskék össze-vissza a szélesebb fonálon, habár néha meg is akadva és rekedve, de mégis mindig a fonál hosszának megfelelő irányt követve. Gyakran folyásuk közben megállapodnak s azután visszafordulnak, a legtöbb azonban a fonalak legvégső csúcsáig jut, s csak itt változtatja meg irányát. Egy fonálnak nem minden szemecskéje mozog egyenlő gyorsasággal, úgy hogy gyakran egyik a másikat megelőzi, egy gyorsabb a lassabbat nagyobb sietésre hajtja vagy mozgásában a lassúbbtól megakasztatik. Ahol több fonál egyesül, látni lehet, hogy a szemecskék az egyikről a másikra mint mennek át. Ily helyeken gyakran szélesebb lapok vannak, melyek a fonálállomány erősebb felhalmozódásából jöttek létre, s melyekből azután mint önálló nyulványok, további fonalak fejlődnek, vagy melyekbe más, már meglevők, mintegy

¹ Das einfachste thierische Leben. Eine Skizze. Zürich. (1858.) 11.

² Das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen. (1863) 8.

¹ Berichte d. Berliner Akad. (1855) 674. v. ö. SCHULTZE; Das Protoplasma etc. 30.

² Das Protoplasma etc. 30.

beleolvadnak. Számos szemecske nyilván a fonalak legfelszínén halad, melyből világosan kidudorodni látszik. Talán valamennyinek ilyen felületes elhelyezésük van.

Az apró szemecskéken kívül gyakran nagyobb anyagtömegcskéket is, mint egy fonálnak orsóalakú duzzadásait, vagy oldal-kidudorodásait, a szemecskééhez hasonló mozgásban lehet látni. Még a fonál-anyagra tapadt, s általa felvett idegen testek is csatlakoznak ezen mozgáshoz.¹

A gyökérlábúak állábain észlelhető szemecske-áramlás, melynek létét DUJARDIN óta oly illetékes búvárok, minő MÜLLER JÁNOS, CLAPARÈDE, HUXLEY, SCHULTZE M., HAECKEL egyaránt megerősítették, heves ellenzõre akadt MÜLLER JÁNOS tanszéki utódának, REICHERT BOGUMIL-nak személyében, ki 1862 óta részint a berlini akadémia közleményeiben, részint a maga és DU BOIS-REYMOND szerkesztette folyóiratban közzétett több értekezésében bebizonyítani igyekezett, hogy szemecskeáramlás voltaképpen nincs, s hogy ezen egész tünemény egy sajátságos csalo kép helytelen magyarázására vezetendõ vissza. — REICHERT szerint különben az egész protoplazmaelmélet a «láthatatlanul organizált sejtbeliség hypothesis» nem egyéb, mint a természetbölcsölök ösnyálkájának újra való felélesztése, mely hosszasan, «lidérczinyomásként» nehezedett a tudományra. Ezen «lidérczet» azonban elriasztani ép oly kevéssé sikerülhetett REICHERT-nek, miként nem sikerült a szemecske-áramlás nemlétét kimutatnia. A gyökérlábúak állábai REICHERT szerint tömött, összehúzódó fonalak, melyeken összehúzódó hullámok kis hurkokat emelhetnek, s ezek szemecskék képében ugrálnak végig a fonalakon; elágazódások és összeolvadások az állabakon soha sem jönnek létre, a képzelt elágazódások s összeolvadások pedig «csodálatos mikroszkópi csalo képek, melyek a vizsgálók fantáziáját gyönyörködtették.» REICHERT-nek ezen, egyetlen Polythalamiumnak futólagos vizsgálására alapított felfogását, beható és pontos vizsgálatokra támaszkodva, utasította vissza SCHULTZE M.² és HAECKEL.³ — Felfogásának teljes tarthatatlanságát később REICHERT maga is belátta, annak nyílt és őszinte visszavonása helyett azonban két hosszú értekezés-

ben,¹ csürés-csavarással igyekezett felfogásának a többi búvárokéval megegyező értelmezést adni, s úgy tüntetni fel a dolgot, mintha a gyökérlábúak állábairól õ adta volna az első tiszta képet, mi miatt méltán megtámadhatták SCHULTZE M.,² különösen pedig HAECKEL³ hevesen, s fanyar kiméletlenséggel.

Ostorok és csillószőrök.

A helyváltoztatásra való állandó függelékek a *Noctiluca* és *Flagellatok* egy vagy több ostora, a *Cilioflagellatok* és *Ciliatok csillószõrcei*, kétségkívül szintén az összehúzódó protoplazma elkülönüléseinek tekintendõk. Már ROTH,⁴ újabban pedig ENGELMANN⁵ kiemelte a csillószõrös és amoebaszerû mozgás közötti közel rokonságot, s kimutatta, hogy a csillószõrös mozgás élettani tekintetben közelebb áll az amoebaszerû, mint az izommozgáshoz. Azon finom, láthatatlan izmocskák, melyek EHRENBERG szerint a csillószõröket s az orrmányt, azaz ostort mozgatják, bizonyára nincsenek; de egyszerű cuticularis függelékek sem lehetnek ezen önálló, a véglény akaratától függõ, mozgásra alkalmas képletek, minõknek STEIN, monográfiájának első részében tartotta,⁶ hanem, mint felfogását önmaga rektifikálta,⁷ az összehúzódó kéregplasmával kell okvetetlen összefüggésben állniok.

HAECKEL fektetett elõször súlyt arra, hogy számos alsóbb véglénynél a csillószõrõkkel, illetõleg ostorral végzett mozgás amoebaszerû mozgással váltakozhatik, pl. számos, általa észlelt *Moner*-nél, továbbá a *Myxomycetek* rajzóinál, melyekhez még számos gyökérlábút, pl. a CLAPARÈDE- és LACHMANN-tól leírt *Petalopus diffluent* s a CIENKOWSKI-tól leírt *Ciliophris infusionumot* számíthatjuk; ugyanez áll a szivacsok ostoros sejtjeirõl is, melyek, miként már JAMES-CLARK is leírta, ostorukat behúzva amoebaszerû nyulványokat bocsáthatnak. Mindezen esetekben finom

¹ Monatsb. der Berliner Akad. 1865. és Abh. d. Berliner Akad. 1867.

² Több már idézett értekezésén kívül v. ö. Reichert und die Gromien. AMA. II. (1866).

³ Ueber den Sarcodkörper der Rhizopoden ZWZ. XV. 1865. Továbbá: Studien über Moneren. Bemerkungen zur Protoplasma-Theorie.

⁴ Ueber einige Beziehungen des Flimmerepithels zum contractilen Protoplasma. VIRCHOW's Archiv. 37. B.

⁵ Ueber die Flimmerbewegung. Jen. IV. (1868).

⁶ I. 68.

⁷ II. 37.

¹ Das Protoplasma etc. 11.

² U. o.

³ Ueber den Sarcodkörper der Rhizopoden ZWZ. XV. (1865)

fonalas állábaktól semmiben sem különböző proto-plazma-nyulványok képezik az ostort. HAECKEL továbbá egy Siphonophor barázdolódási gömbjein a csillószőrök fejlődését következő módon adja elő: «Azon sejtek, melyek az egynemű, buroknélküli barázdolódási sejtek csoportjának felületén vannak, elkezdnek az *Amoebák* módjára nagyszámú, alakváltoztató nyulványokat kinyújtani. A csupasz amoeba-szerű sejteknek lassan mozgó nyulványai azután egyesesen örvényző csillószőrökké változnak.» Ezen észleletekre támaszkodva, bizonyára jogosan mondhatja HAECKEL, hogy a csillószőrös mozgás azonos az amoeba-szerű protoplazma-mozgással, s hogy az állábak és csillószőrök homolog képződmények.¹

Azon csillószőrös ázalékállatkáknál, melyek cuticula-val vannak borítva, s melyeknél a csillószőrök a cuticula közvetlen nyulványainak látszanak, HAECKEL felteszi, hogy a csillószőrök a cuticulát átfúrják, s a szerint egészen az összehúzódó kéregplasmához tartoznak.² Ezen felfogás bizonyára nem felel meg a valónak, és SIMROTH méltán emeli ki,³ hogy az erősebb csillószőrök nagy fénye, kémlelő szerek iránti nagy ellentállása, továbbá a vastagabb sertéknek s horgoknak szálaeszkás szétfeszítésre való hajlama a mellett szól, hogy nem protoplazmából, hanem cuticularis állományból állanak, miről különösen az *Oxytricha*, *Euplotes*- és *Aspidiscafélék* hatalmas hasoldali sertéinek és horgainak pontosabb tanulmányozása útján könnyen meg lehet győződni. SIMROTH a Cyclasok kopolyúin előforduló egyetlen vastag sertét viselő, apró epithel-sejteknek pontos tanulmányozásából indulva ki, mely azon eredményre vezette, hogy ezen sejteknek rugalmas cuticularis állományú sertéje, a sejt protoplazmájából kiinduló plasmafonalat rejt tenge-lyében, azon következtetést vonja, hogy az ázalékállatkák csillószőrei, habár legnagyobb részök cuticularis képződmény is, szintén közvetlen összefüggésben állanak az összehúzódó kéregplasmának fonalas nyulványával, melynek molekuláris ákeziói ugyan ismeretlenek, de bizonyára ezeknek tulajdonítandó a rugalmas szőröknek rezgésbe hozása. Különben az ázalékállatkák csillószőreit CARTER már 1856-ban a protoplazmából kiinduló oly nyulványoknak tekin-

tette, melyeket a felemelt cuticularis réteg mintegy hüvely módjára borít.¹

Az ázalékállatkák csillószőrei közötti alaki különbségeket már a régibb bűvárok is figyelemre méltatták. EHRENBURG négyféle csillószőrt különböztetett meg: ú. m. *finom, tulajdonképi csillószőroket* (*Wimpern, ciliae*), *sertéket* (*Borsten, setae*), *nyeleket* (*Griffel, styli*) és *horgokat* (*Hacken, uncini*); az *Anenterumai*-nak egy részénél előforduló egy vagy több ostort EHRENBURG *ormány*-nak (*Rüssel, proboscis*) tartotta. Ezekhez sorolhatjuk még a hosszú, finom csillószőrök pamatából pödört bojtokat, minő pl. a csillószőrösök között az *Urocentrum Turbó*-nál, az ostorosak között pedig a *Lophomonasok*-nál fordulnak elő s melyekkel HERTWIG leírása szerint némely *Radiolár*-nak (*Discidae, Sponguridae*) ú. n. *sarcode-ostorai* (*sarcode-Geissel*) szerkezetre nézve igen közelállóknak látszanak. Egészen sajátos szerkezetűnek írja le STERKI² az *Oxytrichafélék* *szájmelletti* (*adoral*) *sertéit*; ezek ugyanis a nevezett bűvár pontos vizsgálatai szerint, voltaképpen nem serték, hanem *lemezkek* (*Membranellen*), melyek csupán élükéről tekintve, látszanak sertéknek, s némileg a Ctenophorok délkörös sujtásait képező *csillólemezekkel* (*Flimmerplatten*) egyeznek meg. Ugyancsak STERKI vizsgálatai szerint³ egy új édesvízi *Tintinnus*-fajnak, a *Tintinnus semiciliatus*-nak szájmelletti sertéi szintén nem serték, hanem szabad végökön legyezőszerűleg behasogatott *lapos hárttyák* (*flache Membranen*), talán helyesebben lemezek, melyek oldalról tekintve szintén sertéknek látszanak. Én saját vizsgálataim után pontosan ismerem a *Tintinnus semilineatus*-szal igen közel rokon *Tintinnus fluviatilis* szájmelletti sertéinek szerkezetét s úgy találom, hogy ezek csakugyan nem egészen hengerek, hanem két oldalról összelapítottak, s szabad végük felé, mint a kócsagtoll, finom fonalakra bomlottak.

A csillószőrök mellé sorolandók még azon különböző nagyságú *hullámzó hárttyák* is, melyek számos csillószőrös ázalékállatkánál a száj mellett vannak kifesztve s szemlátomást arra valók, hogy a csillószőrök játékától a száj felé örvényező táplálékot, melyet a pörge irányban sebesen keringő örvény a szájtól könnyen tovasodorna, feltartóztassák s

¹ Studien über Moneren. II. Die Identität der Flimmerbewegung und der amoeboiden Protoplasma-Bewegung. 127.

² Zur Morphologie der Infusorien. 534.

³ Zur Kenntniss des Bewegungsapparates des Infusorien. p. 67.

¹ Annals of natural History. (1856) 116. v. ö. STEIN. II. 32.

² Beiträge zur Morphologie der Oxytrichinen. ZWZ. 31. (1878).

³ Tintinnus semiciliatus. Eine neue Infusorienart. ZWZ. 32. (1879).

megrázkódásukkal a kitátott szájba tereljék, s továbbá, hogy az örvénybe jutott, de elnyelésre nem alkalmas testeket a szájhoz vezető örvényből kihajítják. Azon hullámozó hárttyák, melyek, mint pl. az *Oxytrichafélék*, keskeny szalagokat képeznek, egészen azon hullámozó tarajra emlékeztetnek, mely a Tritonok s a Bombinator ondótestecskéinek farkán húzódik végig, míg mások teljesen kitarva, széles vitorlaszerű hárttyáknak látszanak; így pl. a *Pleuronema*-nemnél, vagy a *Cyclidium Glaucomá*-nál. Mivel ezen hárttyák rendkívül finomak, s fénytörésük a víztől alig különbözik, egész terjedelmükben igen nehezen vehetők ki, s felületes vizsgálásnál csupán szegélyük átmetszete s egyes redők vonják magukra a figyelmet, minek következtében könnyen sertéknak tarthatók, s számos bűvár azoknak is tartotta. Így pl. a *Pleuronema Chrysalis*-nak rendesen harántirányú redőkbe szedett, széles, vitorlaszerű hullámozó hárttyáját régibb bűvárok általában sertepamatnak tartották, s csak a legújabb időben mutatta ki BÜTSCHLI, hogy a *Vorticellafélék* kitátott szájából (vestibulumából) kiálló sertének látszó képlet, az ú. n. *peczelőserte* (*Schlüderborste, grosse Borste, Geissel*) voltaképpen egy finoman, harántirányban sávolyozott hárttyának a szegélye.¹ — E felfogás helyességéről magam is meggyőződtem, s ugyanazt újabban GRUBER is megerősítette, bár, úgy látszik, BÜTSCHLI-nek e tárgyra vonatkozó megjegyzését nem ismervén, magának tulajdonítja a *Vorticella*- és *Ophrydium*-félék hullámozó hárttyájának felfedezését.²

STEIN a szóban forgó hullámozó hárttyákat a csillósörök mellett említi fel,³ a nélkül, hogy a látszólag annyira különböző képletek egymás mellé sorolását megokolná. Vizsgálataim szerint ezen összetartozás teljesen megokolt, mert a hullámozó hárttyák tényleg nem egyebek, mint egy vonalban egymás mellé sorakozott igen finom csillósörök, melyek úgy mint pl. a tollvitorla lemezkéi, egymással összefüggének. A *Vorticellafélék* hullámozó hárttyájának finom sávolyzatáról már BÜTSCHLI is megemlékezik, s kellő nagyítás- és világításnál ezen sávolyzat a legtöbb ily hárttyán kivehető, elpárolgó cseppben pedig a tömörülő sók behatására ezen finom csillósörök szétfoszlanak s egyenkint hullámoznak,

mely körülményből könnyen magyarázható, hogy miért lát az egyik bűvár hullámozó hárttyát ott, a hol egy másik egy vonalban elhelyezett finom csillósörökről tesz említést. Így pl. GRUBER az általa leírt *Stichotricha socialis*-nál, mely úgy látszik csupán faalakú telepeket képező csövel tér el a *Stichotricha secundá*-tól, a száj mellett finom csillósörökből álló vonalat különböztet meg,¹ mely bizonyára nem egyéb, mint azon finom hullámozó szalag, mely nyilván a vizsgálat alatt bomlott szét alkotó elemeire, a finom csillósörökre. A kocsányokról leválló *Vorticellafélék* továbbá, igen meggyőző példát szolgáltatnak annak a bizonyítására, hogy a hullámozó hárttyák a csillósörökkel teljesen megegyező képződmények; ezeknél ugyanis a test hátsó részén fejlődő csillósöröv kezdetben összefüggő finom hullámozó hárttyát képez, mely csak később bomlik szét csillósörökre; s SIEBOLD nem minden jogosultság nélkül állíthatta, hogy a *Trichodinák* hátsó csillósöröve tulajdonképpen finom hullámozó hárttyának felel meg,² mert itt az övet alkotó csillósörök, mint a tollvitorla lemezei, csakugyan összefüggnek s az egész öv szalagként hullámozik. STERKI vizsgálatai szerint a *Vorticellafélék* szájperemét szegélyező, pörgén csavarodott csillósörkoszorú fejlődésének korábbi szakában, szintén összefüggő hárttyát képez, mely csak másodlagosan bomlik szét egyes csillósörökre.³ Végre az általam leírt sós vízi *Sparotricha vexillifernek*⁴ szájmelletti lemeze szintén igen szép példa arra, hogy a hullámozó hárttyák csillósörök sorából alakultak. — A hullámozó hárttyák bizonyos tekintetben tehát a sertékkal hasonlíthatók össze, melyek, mint ecetszerű szétpamatolásra való hajlamuk bizonyítja, voltaképpen számos csillósörpamatából állanak, azaz szorosan összetapadt csillósöröktől képezett pamatok, hasonlóak a fennebb említett csillósör-bojtokhoz, csak hogy ezeknél az egyes csillósörök közötti összefüggés egészen laza, a hullámozó hárttyák pedig nem pamatban, hanem sorban, vonalban elhelyezett s összetapadt finom csillósöröknek felelnek meg.

A mozgatható csillósörökön s ezekkel rokon képleteken kívül némely csillósörös ázalékállatkánál még sajátságos igen finom serteszerű képletek ismeretesek, melyek a csillósöröknél többnyire jóval hosszabbak,

¹ Ueber den Dendrocometes paradoxus, STEIN, etc. ZWZ. XXVIII. (1877) 67. a 21. ábr. magy. szövege.

² Neue Infusorien. ZWZ. XXXIII. (1879.) 460.

³ I. 73.

¹ Id. m. 446.

² Ueber undulirende Membranen. ZWZ. II. (1850) 361.

³ Tintinnus semiciliatus. 462.

⁴ Természetr. füz. II. 239.

nem örvényeznek, hanem mereven elállanak s úgy látszik, hogy az ázalékállatka akaratától függőleg nyomhatók ki a kéregplasmából, melyben azonban előképezve nincsenek. Ezen kitolható sertéket nem ENGELMANN írta le először a *Drepanostoma striatum*-nál (= *Loxodes Rostrum*. Ehrb.), miként GRUBER véli legújabban megjelelent értekezésében,¹ hanem LACHMANN fedezte fel a *Stentoroknál* s CLAPARÈDE-dal *merev sertéknek* (*svies roides*) nevezi;² ugyanezeknek jelenlétét megerősítette STEIN a *Stentor coerules-nál* és *St. Roeseliinél*,³ mely utóbbinál STEIN határozottan kiemeli, hogy egymásután több ily *tapogatósértét* (*Tastborsten*) látott a kéregplasmából kilövelődni. Ugyanily sertéket fedezett fel, mint említők ENGELMANN a *Loxodes Rostrummal* bizonyára azonos *Drepanostoma striatum*⁴ testének egész körületében, s hasonlókat írtak le CLAPARÈDE és LACHMANN, STEIN, valamint WRZESNIEWSKI a *Stichotricha* s az ezzel összetartozó *Stichochaeta*-nemnél, melyek itt az orrmányból indulnak ki. Leghosszabbak ezen serték a *Halteria*-nemnél, melynél æquatorialis övet képeznek s arra szolgálnak, hogy az ázalékállatkát tova peczeljék, miért is CLAPARÈDE és LACHMANN, kik e sertéket először ismerték fel, *szökősertéknek* (*svies saltatrices*) nevezik;⁵ a *Halteria* heves ugrándozásait ugyanis oly módon végezi, hogy sertéit valamely tárgyhöz feszíti, azután pedig hirtelen egyet taszítva, magát tovapeczelki, mi hogy mechanikailag miért volna lehetetlen, mint STERKI állítja,⁶ alig érthető. Végre azon hosszúsorokban álló, finom, aktív mozgásra nem alkalmas serték, melyeket az épen nevezett bűvár az *Oxytrichafélék* hátoldalán fedezett fel,⁷ valószínűleg szintén az épen tárgyalt serték s nem az önálló örvényezésre alkalmas csillószőrök kategóriájába tartoznak.

Semmi kétség nem fér ahhoz, hogy a véglények ostorai és csillószőrei a szövetekből összetett állatok hámsejtjeinek megfelelő elkülönüléseivel egészen homologok, működésüket tekintve azonban annyiban eltérnek a szöveti sejtek ostoraitól és csillószőreitől,

hogy ezek az állat tudatán kívül s akaratától egészen független gépiességgel végzik lengéseiket, melyeket még az állat halálán túl is, vagy az állati test többi részével való összefüggés megszakítása után is mindaddig folytatnak, míg a sejt maga szét nem bomlik, el nem hal. A véglényeknek ellenben ostorai és csillószőreik (nem különben állabaik és tapogatóik) működése egészen hatalmukban áll, — s ha szabad e kifejezést használni, — akaratuktól függ. A véglények mintegy öntudatosan s az adott viszonyoknak megfelelő célszerűséggel indítják s szüntetik meg csillószőreiknek működését; majd valamennyit működtetik, majd pihentetik; majd ismét csupán egyes csillószőrök, vagy ezeknek egyes csoportjai működnek, vagy ezeknek működése az elérendő célhoz képest módosul, pl. gyorsabbodik vagy lassúbbodik, vagy hirtelen ellenkezőre változik, úgy, hogy ugyanazon csillószőrök, melyek pl. az ázalékállatka testét mell felé mozgatják, működésüknek ellenkezőre fordultával azt hátrafelé mozgatják. Egy szóval a véglények egészen úgy használják mozgatható függelékeiket, mint az állatok végtagjaikat. Könnyen belátható azonban, hogy a szöveti sejtek és véglények mozgatható függelékeinek működése közötti különbség csak látszólagos; a szöveti sejtek csillószőreinek működése nem áll ugyan az egész szervezetet kormányozó idegrendszernek közvetlen befolyása alatt, s az állat öntudatától s akaratától függetlenül megy véghez, mindemellett azonban föl lehet, sőt föl kell tennünk, hogy a csillószőrök mozgásának oka nem a csillószőrökben magukban, hanem a protoplazmában van; a protoplazmában ébrednek azon ingerek, melyek a csillószőrök gépies mozgását igazgatják. A csillószőrös mozgás tehát, habár közvetlenül független is az egész állat idegrendszerétől, de bizonyára még sem egészen független, nevezetesen nem független a protoplazmától, mely idegrendszer módjára befoly reá, mit minden kétség fölé emel azon tényállás, hogy a protoplazmára ható külső fizikai és kémiai ingerek a csillószőrök mozgását lényegében szintúgy képesek módosítani, mint az idegrendszerre ható ingerek a beidegzett szervek működését. Ha helyes ezen felfogás, úgy a szöveti sejtek s a véglények mozgatható függelékeinek működése között lényegesnek látszó különbséget csak fokozatosnak tarthatjuk, s hogy a véglények ostorai és csillószőrei többirányú működésre alkalmasak s kevésbé viselik működésükön a gépiesség bélyegét. Szükségképi összefüggésben áll azzal, hogy az elemi szervezetnek összes egyén-életi működéseit nagyobb önállóság s

¹ Id. m. 448.

² Études. I. 223.

³ II. 240 és 251.

⁴ Zur Naturgeschichte der Infusionsthiere. ZWZ. XI. (1861) 382.

⁵ Études. II. 268.

⁶ Beiträge zur Morphologie der Oxytrichinen. ZWZ. XXXI. (1878). 45.

⁷ Id. m. 49.

magasabb fejlettség jellemzi azon esetben, midőn a sejt maga egy külön élő szervezet, mint midőn nagyszámú egyénből álló sejtállamnak képezi tagját.

Azon fizikai és vegyi ingereket, melyek a protoplazmára hatván, a csillószőrök működésére lényegesen befolyanak, igen pontosan tanulmányozta újabb időben ROSSBACH.¹

Mellőzve a KÜHNE és mások végezte hasonló célú korábbi vizsgálatokat, érdekesnek találom e helyen ROSSBACH fontos vizsgálatainak végeredményeit, a nevezett bűvárnak lehetőleg saját szavaival, visszaadni, megjegyezvén, hogy a terjedelmes vizsgálatok az *Euplotes Charonon*, *Stylonychia pustulata*n és *Chilodon Cuculluluson* végeztettek.

Legérdekesebb, részben igen meglepő eredményeket a hőmérséki ingerek szolgáltatnak, melyeket ROSSBACH a következő pontokban foglal össze.²

1. Minél mélyebben süllyed a hőmérsék 14° C. alá, annál nagyobb lomhaság áll be az akaratlagos mozgásokban. 4° -nál többnyire mozdulatlanul állanak az ázálékállatkák, legfeljebb csak még itt-ott egyes kisebb exkurziókat tesznek.

2. Nyáron át 15 — 25° hőmérséknél foly az ázálékállatkák rendes élete. Emelkedő hőmérséknél gyorsabbodnak a mozgások, azonban csak 25° -nál kezdenek az ázálékállatkák mint egy varázscsapásra, parancs-szóra nyilsebességgel ide-oda száguldozni.

3. 30 — 35° között a már különben is sebes mozgások még egyre gyorsabbodnak, a mozgások maguk azonban előbbi jellemöket egészen elveszítik és sajátos zavarodást áruznak el. Az ázálékállatkák nevezetesen elveszítik kormányzó képességüket, hossz-tengelyük körül sebesen s szakadatlanul forogva, többnyire nagy ívelt vonalakban száguldoznak. Csillószőrök, horgok és serték egyaránt egyenlő gyorsaságú, ritmikusan ostorozó mozgásokat végeznek s az általános testmozgást többé nem az akaratosan részint mozdulatlanul álló, részint mozgatott csillószőrök irányozzák, hanem, minthogy valamennyi helyváltoztató szerv ugyanazon mozgást végezi, kizárólag csupán a csillógó nyúlványoknak anatómiai elhelyezése. Az ázálékállatka hossz-tengelye körül forgó nyílként repül, folytonosan a hossz-tengely irányában. Ezen haladó forgó mozgások oly gyorsak, hogy az ázálékállatka

többé nem lapszerűen, hanem stereoszkop módjára látszik s bizonyos merevségnek a behatását teszi.

Ha a hőmérsék még tovább emelkedik s a 40° -ot megközelíti, a haladó mozgás egyre lassabbodni kezd, végre egészen megszűnik, míg a rotáció változatlan gyorsasággal folytatódik. Ezen rotáció azonban többnyire más tengely irányában megy véghez, mint előbb, midőn még haladó mozgással volt összekötve; a *Stylonychiánál* pl. a forgómozgásnak tengelye mellülről s balról, hátra és jobbra húzódik. E közben a mozgás olyanszerűnek látszik, mintha a *Stylonychia* mellső testvége irányában oldalvást egyre bukfeneczeket hányna. Máskor az ázálékállatka vízszintes síkban gyorsan forgó kerék módjára kering. Ezen jellemző mozgások magas hőmérsék mellett kivétel nélkül felépnek az ázálékállatkáknál.

4. A rotációk az ázálékállatkának 38 — 42° között bekövetkezett halálával megszűnnek; úgynevezett hőtetanus, hőokozta megmerevedés, minőt KÜHNE az *Amobánál* s *Actinophrysnél*, ENGELMANN pedig a csillószőrös hámsejteken észlelt, nem lép fel az ázálékállatkáknál.

Egyéb ágensek közül az *oxigén elvonása* lassítja a csillószőrök mozgását, az ázálékállatka teste lassankint felduzzad, végre szétfoly.

A folyadéknek *indifferens anyagokkal* való tömörítése vizet elvonólag hat, lassítja az anyagforgalmat s ezzel együtt a csillószőrök mozgását.

Savak legkisebb adagokban kezdetben gyorsítják, majd lassítják a csillószőrök mozgását, nagyobb adagok gyorsan összezsugorítják a protoplazmát, s a véglényt megölik.

Alkaliakra gyorsan felduzzad s szétfoly a protoplazma, minek következtében legkisebb adagjai is megszüntetik a csillószőrös mozgást.

Alkohol kisebb adagokban előbb gyorsítja a csillószőrös mozgást, erre rotációk következnek be, majd lassabbodni kezd a csillószőrök mozgása, végre megszűnik s a véglény felduzzadva elhal.

Alkaloidok kisebb adagai rotációkat okoznak, majd lassúbbá lesz a csillószőrös mozgás, végül az egész test szétfoly.

A *villamosság* erősebb áramaira gyorsan szétfoly a protoplazma; közepes erejű áramai tetanizálják a csillószőröket, gyenge áramai kezdetben gyorsítják a csillószőrök mozgását, majd rotációk állanak be a mozgás lomhább lesz, a protoplazma kezd felduzzadni végre szétfoly.¹

¹ Die rhythmischen Bewegungserscheinungen der einfachsten Organismen und ihr Verhalten gegen physikalische Agentien und Arzneimittel. Arbeiten aus dem zoologisch-zoometrischen Institut in Würzburg. I. H. 1872.

² Id. m. 31.

¹ Id. m. 57—59.

Az ázalékállatkák csillószőrözetére, azaz ezeknek alakjára, nagyságára s elrendezésére stb. vonatkozó különbségek, melyek az egyes alakok megkülönböztetésénél oly fontos bélyegeket képeznek, a régibb bűvároknak sem kerülték ugyan ki figyelmét: mind ezen viszonyoknak sok nehézséggel járó pontosabb, habár tökéletesnek még mai nap sem mondható ismerete azonban az újabb bűvároknak, kiválólág STEIN-nek köszönhető, ki tudvalevőleg épen a csillószőrözet különbségeire alapította a csillószőrös ázalékállatkák négy rendre: *Holotricha*, *Heterotricha*, *Hypotricha* és *Peritricha*, való felosztását,¹ mely csaknem általánosan elfogadott s követésre talált.

A *holotricha*knél, azaz: egészen csillószőrözött ázalékállatkáknál az egész test felülete egyenlő finom, rövid csillószőrökkel borított, melyek hosszirányú, vagy kissé pörgén csavarodott sávokban helyezvék el s legfeljebb a száj körül lehetnek valamivel hosszabbak, szájmelletti sertéiket azonban nem képeznek. Ide sorolja STEIN a következő családokat:

4. *Opalinina*,* 2. *Trachelina*, 3. *Enchelina*, 4. *Paramicina*, [a) *Leucophryina*, b) *Paramicina*, s. str.], 5. *Cinetochilina*.

A *heterotricha*knál, azaz különböző csillószőrözetűek; az előbbiekkal megegyeznek abban, hogy testük szintén egész felületén finom, rövid csillószőrökkel borított, melyek hasonlóképen rendesen hosszirányú sorokat képeznek. Ezeken kívül azonban egy ívet, vagy pörgén csavarodott koszorút képező erősebb csillószőrök, azaz serték, az úgynevezett szájmelletti serték (*adorale Wimpern*) vannak még jelen, melyek a szájpereget (*Peristom*) szegélyezik s együtt véve a szájmelletti sertéövet (*adorale Wimperzone*) képezik. Ide tartoznak a következő családok:

1. *Bursarina*, 2. *Stentoria*, 3. *Spirostomea*.

A *hypotricha*knél, azaz alul csillószőrözötteknél, a hát- és hasoldal között éles különbség van s csupán az utóbbi visel vagy a holotrichaéhoz hasonló finom csillószőröket, vagy pedig bizonyos szabályos vonalakban és csoportokban elhelyezett sertéket, horgokat, nyeleket; ez utóbbiakat még a heterotrichaéval megegyező szájmelletti sertéöv (helyesebben STERKI szerint lemezkeöv) is jellemzi. Ezen rend családai a következők:

1. *Peritromina*, 2. *Chlamydodonta*, 3. *Erriliina*, 4. *Aspidiscina*, 5. *Euplotina*, 6. *Oxytrichina*.

A *peritricha*knál, azaz körülcsillószőrözötteknél, hengeres vagy orsóalakú teste mindig csak részben csillószőrözött. A többnyire hosszú, nem ritkán serteszerű csillószőrök részint a test hossz tengelyét derékszög alatt szelő zárt gyűrűt, részint a szájpereget szegélyező pörgén csavarodott övet képeznek, melyekhez néha még egyes szétszórt csillószőrök, vagy csillószörpamatok járulnak. Ezen rendbe, melyet STEIN a legmagasabbnak tart, a következő családokat számítja:

1. *Halterina*, 2. *Tintinnodea*, 3. *Cyclodinea*, 4. *Gyrocorda*, 5. *Urceolarina*, 6. *Vorticellina*, 7. *Ophrydina*, 8. *Spyrochonina*, 9. *Ophryoscalecina*.

A csillószőrözet rendszertani jelentőségét s hasznavehetőségét különben már DUJARDIN is felismerte, mint az fennebb közölt rendszeréből kitétni; CLAPAREDE és LACHMANN pedig a csillószőrös ázalékállatkáknak általok felállított 10 családjánál a csillószőrözetre szintén nagy súlyt fektetnek.

Acinetafélék tapogatói.

Míg az állábakban, ostorokban s csillószőrökben, bármennyire különbözzenek is egymástól, homolog képződményeket lehet felismernünk: addig a szívó-ázalékállatkáknak, vagy tágabb értelemben vett *Acinetafélék*nek (ide értve a szájjal ellátott csillószőrösök ún. *Acinetaszerű embrióit* is) *tapogatói*, vagy *szívófonalai*, *szívólábai* (*Tentakeln*, *Arme*, *Fühlborsten*, *Saugfäden*, *Saugfüsse*, *Suçoirs sétiformes*) a fonalas állábak, ostorok és csillószőröktől több tekintetben olyan lényegesen eltérnek, hogy alig tarthatók ezekkel homolog képződményeknek. STEIN ugyan úgy fogja fel, hogy ezen kinyújtható s visszahúzható fonalak legközelebb állanak a gyökérlábúak, nevezetesen az *Actinophrysek* állábaihoz.¹ HAECKEL szerint szintén nem egyebek, mint «a protoplazmából kiinduló merev állábak, melyeknek nincs nagyobb morfológiai értékök, mint más sejtek hasonló (?) nyulványainak;»² ugyanily véleményben vannak KÖLLIKER, CARUS, CLAUS, valamint GEGENBAUR is. Az utóbbi szerint a tapogatók s csillószőrök különböző, de egymásba átmenő képződményeknek tekinthetők, s az előbbieket a fejlettség alacsonyabb fokán álló állászerű nyulványok.³

¹ I. 72 és II. 168.

* Újabb időben, mint már fennebb kiemeltém, STEIN az *Opalinafélék* természetes helyét az *Acinetafélék* mellett jelöli ki.

¹ I. 74

² Zur Morphologie der Infusorien. 524.

³ Grundzüge der vergleichenden Anatomie. II. Aufl. (1870) 93.

A tapogatók finomabb szerkezetének figyelembe vétele s kellő méltatása azonban a homológiát jó részt kizárja s inkább CLAPARÈDE és LACHMANN azon felfogásának kedvez, hogy az *Acinetafélék* tapogatói a gyökérlábúak álláraitól igen lényegesen különböz, egészen sajátos szervek,¹ mely felfogáshoz újabb időben HERTWIG R.² és FRAIPONT³ s több más bűvár ismét visszatér.

Az állabak s csillószőrök tömött nyulványok, az *Acinetafélék* tapogatói ellenben csöves fonalak, melyeknek finom tengelycsatornáján, miként ezt, mint fennebb már kiemelttem, LACHMANN először kimutatta s utána minden többi észlelő megerősítette, a megragadott zsákmánynak plasmája az *Acineta* belsejébe áramlik. Ezen csatorna a tapogató szabad végén többnyire előforduló gömb- vagy korongalakú szívótálacs-kán nyílik, s ezt nyílást ZENKER igen világosan megkülönböztette a Cyclopsokon előző *Acineta Ferrum equinum*-nak aránylag igen vastag tapogatóin;⁴ ezen nyílás CLAPARÈDE és LACHMANN szerint, a tengeri *Podophrya Troidn*-ul valóságos szájjá tágulhat, melylyel ezen *Acinetaféle* aránylag tekintélyes nagyságú ázálékállatkákat képes elnyelni. Ugyanezt tapasztaltam én egy sósvízi *Acinetánál*.⁵ A tapogatókat finom, szerkezet nélküli, szerfelett nyulékony burok vonja be, mely STEIN és HERTWIG szerint nem képezi folytatását a test általános burkának, páncéljának, hanem ez utóbbi a tapogatók átbocsátására finom nyílásokkal van ellátva. Ezen burkot tengelycsatornát hagyó, szintelen üvegszerű plasmaréteg béleli, melyet összehúzódó képessége miatt bizonyára méltán tart HERTWIG a myophan-rostok állományával megegyezőnek. Azt azonban, hogy a tapogatók üvegszerű szerkezet nélküli állománya hosszirányú s gyűrűs izomrostokból lenne összetéve, mint ZENKER állítja,⁶ észleleti adatokkal egyáltalában nem lehet támogatni. Annyi áll, hogy a tapogatók, különösen akkor, midőn zsákmányt lesnek, s valamely ázálékállatka jut közelebb, nagy gyorsasággal, gyakran valóban bámulatos hosszúságra képesek megnyúlni, nem különben képesek gyors megrövidülésre is, miközben mint a *Vor-*

ticellafélék kocsánya, dugóhúzóalakúan pörgén csavarodnak; a megnyúlást létrehozó külön gyűrűs s a megrövidülésnél szereplő hosszirányú rostokat azonban ép oly hiában keresnénk, mint gyűrűs rostokat a *Vorticellák* kocsányában; sokkal valószínűbb, hogy a ZENKER-től igen bonyolódottnak képzelt izomrendszer munkáját csak részben végezi a tapogató összehúzódó kéreg rétege, t. i. az összehúzódást, épen úgy, mint a myophan-rostok, míg a tapogatók megnyúlását magának az *Acineta* testének összehúzódása hozza létre, mitől a tapogatók mintegy kiszoríthatnak. Ha azután a test összefűződésétől okozott feszülés megszűnik, az összehúzódó tapogatók vagy lassankint húzódnak össze s rövidülnek meg, vagy pedig, ha a feszülés hirtelen szűnik meg, rugalmasságuknál fogva, mint a *Vorticellák* kocsánya, összepattannak.

STEIN azt véli, hogy az *Acinetafélék* tapogatói a test külső, felületes rétegéből indulnak ki, tehát egyedül az ectoplasma elkülönüléseinek tekint. HERTWIG ellenben kimutatta, hogy azon pályák mentében, melyeken szívás alkalmával a zsákmány testállománya az *Acinetafélék* belsejébe húzódik, a tapogatók messze, csaknem a test közepéig folytatódnak. A tapogatók belső folytatásainak jelenlétét KOCH,¹ MAUPAS² és FRAIPONT³ megerősítették, én magam pedig a sósvízi *Acineta** leírásánál szintén kiemelttem, hogy számos *Acinetánál*

¹ Zwei Acineten auf Plumularia setacea, Ellis. Jena. (1876) 4. FRAIPONT ut. id.

² Sur la Podophrya fixa. Arch. de Zoologie exper. et génér. V. 416.

³ Id. m. 250.

* Az általam az *Acineta tuberosával* azonosnak tartott szamosfalvi *Acinetina* leírásánál felemlítettem azon zavart, mely az *A. tuberosa* körül uralkodik. Az EHRENBURG-féle rajz és leírás igen hiányos s én STEIN leírására s rajzaira támaszkodva, tartottam a szóban forgó sósvízi *Acinetát*, mely a STEIN-től leírt keleti-tengeri *Acinetától* bizonyára nem tér el, az *A. tuberosával* azonosnak. FRAIPONT azóta igen pontosan leírta az Ostendeban vizsgált valódi *Acineta tuberosát* (Id. m. 247. Pl. III.), mely a STEIN és általam leírt *Acinetától* abban tér el, hogy vékony, karcsú kocsánya legalább is a test hosszával bír, többnyire azonban 3—4-szer hosszabb, míg a keleti-tengeri és szamosfalvi *Acineta* kocsánya jóval rövidebb s vaskosabb; továbbá még abban, hogy a keleti-tengeri és szamosfalvi *Acineta* testét annyira jellemző gyűrűs befűződések a valódi *A. tuberosánál* egészen hiányzanak. MAUPAS végre a STEIN-féle *Acinetát* a brétagnei és algiri partokról *A. fortida* név alatt írta le (Contribution a l'étude des Atinéliens. Arch. de zool. exper. XX. IX. (1881) 315.).

¹ I. 39.

² Ueber Podophrya gemmipara. 57.

³ Recherches sur les Acinetines de la côte d'Ostende. Bullet. de l'Acad. roy. de Belgique 2. ser. T. 45. (1878) 484.

⁴ Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. AMA. II. (1866) 343.

⁵ Term. rajz. füz. II. (1878) 250.

⁶ Id. m. 344.

világosan megkülönböztethettem¹ s azon vélekedésemnek adtam kifejezést, hogy nem az egész tapogató folytatódik a test belsejébe, hanem, hogy a szóban forgó képletek a tapogatók testfelületi végéből kiinduló sugaras fonalak (s nem csövek, mint a tapogatók maguk), melyek legtalálóbban a *Helizomok* álláibaiból a protoplazmába folytatódó *tengelyfonalakkal* hasonlíthatók össze, s mintegy síneket képeznek, melyeken szívás alkalmával a felvett táplálék végig csúszik.

HERTWIG a *Podophrya gemmiparánál* kétféle tapogatókat különböztet meg: úgymint hosszú hegyesen végződő s visszahúzódáskor pörgén csavarodó *rablófonalakat* (*Fangfäden*), és ezeknél rövidebb, szívókorongocskával végződő s pörgén nem csavarodó *szívófonalakat* (*Saugfäden*). Amazok a zsákmány megragadására, ezek kiszívására valók; valószínűnek tartja, hogy ezen a tapogatók alakjára s élettani feladatára vonatkozó különbség az összes *Acinetafélék* tapogatóira is áll. KOCH ugyanily kétféle tapogatókat észlelt a *Podophrya pusillánál*, FRAPONT pedig a *P. Benedenínél*,² míg számos más az utóbbi bűvár által igen pontosan vizsgált *Acinetafélénél* külön szívó s külön rablófonalak nem fordulnak elő; e szerint HERTWIG általánosítása ismereteink jelen állása mellett nem látszik jogosultnak.

Az elősoroltakból eléggé kitűnik, hogy a tapogatók, vagy szívófonalak szerkezetükre az állábaktól s csillószőröktől igen lényegesen eltérnek, s hogy megokolt CLAPARÈDE és LACHMANN-nak azon felfogása, hogy a tapogatók egészen sajátzerű s az állabakkal és csillószőrökkel nem homolog képződmények.

Érzés s az érzés közvetítésére való elkülönülések.

Hogy a véglények a külvilág különböző behatásai iránt nem közönyösek, hanem azokra gyakran igen feltűnően reagálnak, minden bűvár előtt eléggé ismeretes. Bizonyos véglények a világosságot keresik, s ha a vizet, melyben tartózkodnak, összekeverjük, igen rövid idő múlva összegyűlnek az edénynek legvilágosabb részén, s ha most az edényt megfordítjuk, úgy hogy árnyékba kerüljenek, elhagyják helyüket s rövid idő alatt feltalálják ismét az edény világos részét. Más véglények ismét állandóan a sötét fenékszapba, vagy lehullott levelek vagy egyéb tárgyak árnyé-

kába húzódnak. A belélősdiek az átvilágított tárgylemezen szemlátomást rosszul érzik magokat s nyakra-főre igyekeznek a nagy világosság köréből szabadulni, mi közben a szokatlan ingertől elkábitva, egy ideig egészen czélszerűtlen mozgásokat végeznek; pl. egymásnak vakon neki mennek, taszigálódnak, mint ezt a béka kloakájából kivett *Opalinák*-, *Balantidiumok*-, *Nyctotherus*- és *Trichomonasokon* igen szépen lehet észlelni. Mennyire sérti a nagy fény s nyilván ezzel együtt az elpárolgó cseppben a sók tömörülése, a fedőlemez nyomása, s a cseppnek lélekzésre nem alkalmas gázokkal való fertőződése a véglényeket, ezt legvilágosabban bizonyítja az, hogy rövid idő alatt mind a csepp szélére gyűlnek. A *Vorticellafélék* vizsgálásánál elégszer boszankodva tapasztalhatjuk, hogy megsokalva a kellemetlen ingereket, hátsó testvégükön csillószőrkoszorút növesztenek s kocsányukról leválva a látótérből kiszöknek. A *gyökérlábúak* állábaikat gyengédten érintésre bevonják; számos *Flagellát* ily körülmények között összehúzódnak; a gyors összehúzódnásra alkalmas *csillószőrös ázalekállatkák* összepattannak; a tokokat lakó véglények tokjaikba óvatosan visszahúzódnak s fenyegető veszélyt egyáltalában valamenyien igyekeznek, ha másképp nem tehetik, helyük változtatásával kikerülni. A véglények mozgása a hőmérsék emelkedésével élénktül, míg csökkenésével lomhább lesz. KÜHNE vizsgálatai szerint, az *Amoebák* s *csillószőrös ázalekállatkák* villamos ingerek iránt ép oly érzékenyek, mint a magasabb állatok. Az evő véglények táplálékuk felvételénél egészen úgy viselik magokat, mint az állatok. Némelyek mindent felfalnak, mások ellenben válogatnak s csak bizonyos táplálékot vesznek fel; s hogy a táplálkozásukra alkalmas tárgyakat igen jól s bámulatos gyorsasággal meg tudják különböztetni, erre különösen azon csillószőrösök szolgálhatnak például, melyek táplálékukat szájmelletti csillószőreik örvényzésével sodorják szájukba. Ha ugyanis ezen örvénybe valamely oly tárgy kerül, mely elnyelésre nem alkalmas, hirtelen megszünteti a véglény az örvényző csillószőrök játékát, vagy oly irányt ad neki, hogy az idegen test a szájhoz vezető örvényből kiesik, vagy közvetlen a szájtól veti azt el hullámozó hártájával. Mindezen adatok, melyeknek sorát tetszés szerint még hosszabbra lehetne nyújtani, minden kétség fölé emelik, hogy a véglények érzékelnek; s azon kérdés lép előtérbe: vajjon van-e az ingerek vezetésére s feldolgozására szolgáló külön szervök, azaz idegrendszerök, s vannak-e külérzékeik?

¹ Id. m. 250.

² Id. m.

Az első kérdésre, a mennyiben külön idegrendszerről van szó, a tudomány jelen állásán határozott nem-mel felelhetünk. EHRENBURG, ki az egész állatországban az egyenlően magas szervezet elvét hirdeté, ezen elvéhez híven idegrendszer is képzelt a vég-lényeknél s ennek középponti szervét egy páratlan idegdúc (*Markknoten*) alakjában, véleménye szerint, meg is találta két Flagellátnak, az *Euglena* (*Phacus*) *longicauda* és *Amblyophis viridis* piros szemfoltja alatt.¹

Ezen «agydúc»-nak tartott szerv, melyen a szemfolt olyanformán látszik ülni, mint a Cyclapsok, Daphniák vagy kerékállatkák szemfoltja az idegdúcra, FOCKE,² CLAPARÈDE és LACHMANN,³ valamint STEIN szerint is csakugyan megvan; CLAPARÈDE és LACHMANN azonban a szóban forgó szerv élettani feladatáról mit sem tudnak, STEIN pedig, ki előbb egy zsírcsepphez hasonló gömbölyűded képletnek tartotta,⁴ újabb vizsgálatok után meggyőződött a CARTER-től már 1856-ban közölt felfedezésnek helyességéről s lüktető üröskét ismert fel benne,⁵ mi saját vizsgálataim szerint a valóban teljesen megfelel. Minthogy e szerint a képzelt «agydúc» valódi értékére redukáltatott: EHRENBURG-nak a vég-lények idegrendszerére vonatkozó további feltevései, melyek mind az *Euglena* és *Amblyophis* agydúcának felfedezésére voltak alapítva, természetesen önmaguktól romba dőlnek. Idegrendszernek tartható külön szervet tehát mai nap egyetlen vég-lénynél sem ismerünk, s ámbár érzékenységekben legkevesebb okunk sincs kételkedni, mégsem fordulunk azon hipotézishez, hogy talán valamely még eddig ismeretlen, elkülönült idegrendszer tegyük fel; nem szorulnak ezen hipotézisre: mert hiszen oly sejtekből összetett állatok is vannak, — a minők pl. a Dicyema- és Orthonectes-félék — melyeknek nincs idegrendszerük, hanem ectoderma-sejtjeik végezik az idegsejtek feladatát. Ha tehát oly sejtekből összetett állatok is vannak, melyeknek idegrendszerét a test felületes rétege (melyből tudvalólag az idegrendszerrel bíró állatoknál a központi idegrendszer az egyénfejlődés folyamatában különül el), helyettesíti; vajjon nem valószínű-e már a priori,

hogy az egysejtű lényeknek sincs külön idegrendszerük, hanem hogy kiválólag a testük felületes rétegét képező kéregplasma, mely mint FRAIPANT jogosan megjegyzi,¹ élettanilag az állatok ectodermajának felel meg, — képes ingereket felvenni, feldolgozni s az egyes szervek működését igazgató ingereket ébresztetni, melyeket minden elkülönült idegek nélkül, a protoplazma vezet? * A szájjal ellátott vég-lényeknél a száj szomszédságában elhelyezett fontos szerveknek komplikált működése, valamint azon körülmény, hogy a haladás legtöbb esetben a száj-vég irányában történik, igen valószínűvé teszi, hogy a testnek a száj környezetében s a test mellső végén levő protoplazmarészlete kiváló mértékben végezi az idegrendszer középpontjának szerepét, anélkül, hogy idegdúc-czáz lenne elkülönülve.

ROSSBACH az ázalékállatkák mozgásait szabályozó külön centrumokat vesz fel, határozottan kiemeli azonban, hogy ezalatt nem akarja azt érteni, mintha bizonyos képletek (pl. a mag) ily középpontok értékével bírnának, — bár ezt sem tartja egészen lehetetlennek, — hanem csupán azt, hogy a protoplazmának különböző részletei különböző szerepet ját-

¹ Id. m. p. 504.

* HUXLEY az állat- és növényország határvét tárgyaló értékezésében (magyarra fordította HORVÁTH GÉZA, Természettudományi közlöny. IX. köt. 89—90 füz. 1877) a legalsóbb lények idegrendszerére vonatkozólag ezeket mondja: «Az állatok idegrendszerének szerkezetéről tett újabb vizsgálatok mind arra mutatnak, hogy az idegszövet végső elemeit nem az idegrostok képezik, mint eddig hitték. Minden idegrost úgy látszik számos, végtelenül finom szálból áll, mely szálak oly vékonyságúak, hogy átmérőjüket még mai, annyira tökélyesbített mikroszkopjaink segítségével sem lehet tisztán kivenni. Egy-egy ideg tényleg nem egyéb, mint egy sajátságosan elváltozott protoplazma-szál, mely a szervezet két pontját összeköti, és melynek közvetítésével ama két pont egymásra képes hatni. Ebből könnyen belátható, hogy még a legegyszerűbb élőlénynek is lehet idegrendszere. Így ama kérdés is, vajjon bírnak-e a növények idegrendszerrel vagy sem, egészen új színben tűnik elő, s a szövetbúvár- és élettudósnak oly roppant nehéz problémát nyújt, melynek megoldásához, csak egészen új álláspontból kiindulva s egészen új módszereket teremtve, lehet hozzáfogni . . . Sőt kénytelenek vagyunk még azt a lehetőséget is feltenni hogy további kutatások a növényeknél talán még valami idegrendszerfélének is nyomára fognak bukkanni.» — Amit itt a nagynevű angol természetbúvár a legegyszerűbb élő-lényeknél s még a növényeknél sem képzelhetetlen idegrendszerféléiről mond, felfogásom szerint épen nem áll ellentmondásban a fentebb kifejtettekkel, sőt azokkal teljesen összhangzik.

¹ 105.

² Physiologische Studien. A. Wirbellose Thiere. Bremen (1854) 60. a IV. táb. 21 rajzának magyarázata.

³ I. 57.

⁴ J. V. CARUS, Icones zootomicæ. Leipzig. 1857. Taf. I. Fig. 11.

⁵ I. 91 és III. 144.

szanak s különböző érzékenységek.¹ Ezen feltevés mellett igen meggyőzőleg szól azon körülmény, hogy ugyanazon fizikai vagy vegytani ingerek egészen másképen hatnak a csillószőrökre s másképen a lüktető üröcskékre; míg például bizonyos ingerek behatására a csillószőrök mozgása gyorsabbodik, addig az üröcskék lüktetései lassabbodnak s megfordítva; sőt bizonyos ingerek befolyása alatt tetanizált ázalékállatkák üröcskéi zavartalanul folytatják szabályos lüktetéseiket. Mindezeknek csakugyan nem lehet más magyarázatot adni, mint azt, hogy a csillószőröknek és lüktető üröcskéknél működését külön centrumok igazgatják. A csillószőrök mozgató centrumát működése tekintetében, — ha szabad e hasonlattal élnem — némileg a gerincesek agyának azon részével hasonlíthatnók össze, mely a helyváltoztatásnál a czélszerűen rendezett izomműködések igazgatja; valamint a helyváltoztató mozgások ezen koordinátorának — miként FLOURENS nevezi a középponti szerv ezen részét, mely magasabb gerinceseknél tudvalevőleg az agyacsának felel meg, — szétroncsolására, alkohollal, vagy alkaloidokkal való mérgezésére a czélszerű helyváltoztató mozgásokat az állatnak tengelye körüli gyors forgása, vagy egészen czélszerűtlen tántorgása váltja fel: hasonló módon veszítik el, ROSSEACH vizsgálatai szerint, az ázalékállatkák is magas hőmérséknek, alkoholnak, s alkaloidoknak a csillószőröiket mozgató hypotheticus centrumra való behatására kormányzó képességüket s czélszerű mozgások helyett tengelyök körül eszeveszett sebes forgásokat végeznek. Ezen mozgásoknak teljes czélszerűtelensége itt is, ép úgy mint amott, arra enged következtetnünk, hogy mindazon behatásoknak, melyek czélszerűtlen mozgásokat eredményeznek, mindenek előtt a czélszerűen rendezett mozgások centrumára bénítólag kellett hatniok.

A mi a kérdés második részét, t. i. azt illeti, vajon vannak-e a véglényeknek külérzékeik? erre nézve feleletünk nem lehet egészen tagadó, sőt a véglények szervezetének jelenlegi ismeretére támaszkodva, bizonyos jogosultsággal tulajdoníthatunk egyes véglényeknek kezdetleges külérzéki szerveket.

A nyomó és hőmérséki ingerek felvételére, mint a lágy felületű állatoknál, a véglényeknek bizonyára egész felülete, a mennyiben kemény pánczéllal vagy héjjal borítva ninesen, alkalmas; kétségkívül kiváló mértékben alkalmasak ezen ingerek felvételére a vég-

lények testéből kiálló nyúlványok, az állabak, ostorok, csillószőrök, a csillószőröseknel gyakran előforduló mozgékony nyak és orrmányszerű testrészek s az *Acineták* tapogatói; a némely csillószőröseknel a többi csillószőrök közül kiemelkedő vagy a testnek bizonyos tájain elhelyezett finom, merev serték pedig egészen a tapogató serték módjára szerepelnek. Az ú. n. trichocystek, a pálczika-alakú testecskék, szintén kiválóan alkalmasaknak látszanak a nyomási ingerek vezetésére s ennél fogva nem egészen jótalanul nevezi STEIN tapintótestecskéknél. Hogy különben a véglények tapintása igen finom, erre idegen testek érintésére bekövetkező élénk reagálásukból határozott következtést lehet vonnunk, s épen érzékenységük az, mi oly kiválóan állati bélyeget nyom még azon képviselőkre is, melyek, mint a Flagellátok, az alsóbb növényekkel oly szoros s elválaszthatatlan kapcsolatban állanak.

A nyomás keltette ingerhez bizonyára legközelebb áll a hanghullámoktól előidézett; s nem tagadható annak lehetősége, hogy az állabak és csillószőrök a beléjük ütköző hanghullámokat az érző protoplazmával közölhetik, valamint, hogy mint jó hangvezetők, a *Radiolárok* kovattúi (úgy mint a szivacsok s virágállatok spiculumai) is elszállíthatják a hangot a protoplazmához. Mindennek, mire JÄGER figyelmeztetett,¹ lehetősége nem vonható kétségbe; feltehetjük, hogy a véglények a hanghullámok iránt nem érzéketlenek, hanem azért pozitív adatok hiányában még sem mernők magunkévá tenni JÄGER-nek a fennebbi viszonyok lehetőségére alapított következő merész állítását: «E szerint egészen jól mondhatjuk: egy gyökérlábú, midőn valamennyi állabait teljesen kibontotta, a hang iránt tetemesen fokozott érzékenységi, tehát mintegy hallgatódzó állapotban van».²

MÜLLER JÁNOS 1856-ban a *Loxodes Rostrum*nál egészen sajátos testecskéket fedezett fel,³ melyek szerkezetüket tekintve, külérzéki szerveknek látszanak s nevezetesen mintha egészen megegyeznének az örvénykéék (*Turbellaria*) némelyikénél (pl. a *Monocelis*, *Convoluta*, *Macrostomum* több fajánál) előforduló s a bűvároktól majd szemeknek (ÖRSTED, SCHMIDT O.) majd halló hólyagnak (FREY és LEUCKART, SCHULTZE M. CLAPARÈDE) tartott szervekkel. Ezen képletek, melyeknek jelenlétét CLAPARÈDE és LACHMANN, valamint

¹ Die Organanfänge. Kosmos. Zeitschr. f. einheitl. Weltanschauung auf Grund der Entwicklungstheorie. I. Jahrg. 3. H. (1877) 202.

² U. o.

³ V. ö. CLAP. et. LACHM. II. 342.

¹ Id. m. p. 62—63.

STEIN, újabban pedig WRZESNIEWSKI¹ is megerősítette, a nevezett csillószőrös ázalékállatkáknál a test jobboldali szegélyének mentében változó számmal vannak egy sorban a kéregplazmába ágyazva s világos, gömbölyű hólyagocskákból állanak, mely egy erősen fénytörő gömböcskét zár magába; e szerint egészen olyanok, mint egy nagy otolithet rejtő halló hólyag. Ugyaníly képleteket írt le STEIN és ENGELMANN az *Oxytrichaféléknél*, melyeknél majd szabálytalanul vannak szétszórva, majd a test mindkét oldalán egy-egy sorban helyezvük el, majd ismét a test két végén sötét szemecskéktől körülvéve, csupán egy-egy ily hólyagocska foglal helyet; ez áll nevezetesen az *Oxytricha pellionelláról*. Bármennyire hasonlítanak is azonban ezen világos hólyagocskák otolithszerű tartalmukkal, mely, mint ENGELMANN megjegyzi, mintegy valódi otolith, többnyire reszketve ingadozik, alsóbb állatok halló hólyagocskáihoz, a hasonlóság mégis csak felületes, legalább egyetlen észlelési adat sem szól amellett, hogy ezen hólyagocskák halló szervek. STEIN nem is tekinti egyebeknek, mint oldódásban levő zsírgömböcskéeknek, melyeknek világos udvara, a hólyag, oly módon jön létre, hogy az oldott zsír nem keveredik közvetlenül a környező protoplazmával, hanem az egyre kisebbedő gömb körül összegyűl.² Ugyanezen véleményben osztozik ENGELMANN is,³ WRZESNIEWSKI ellenben a *Loxodes Rostrum* hólyagocskáiban levő gömböknek kémlelő szerek iránt való maguktartásából (savakban felpeszsgés nélkül könnyen oldódnak) azt következteti, hogy nem zsírból állanak, hanem megegyeznek azon apróbb erős fénytörésű testecskékkal, melyek az ázalékállatkák testvégein szoktak felhalmozódni és STEIN-től is húgyconcrementumoknak tartatnak.⁴

Ha valahol, úgy bizonyára a véglények testrészei élettani értékének megállapításánál van helyén a legnagyobb óvatosság; az elhamarkodott ítélet konzekvenciáival a tévedések egész labirintusába vezet. Mily könnyen lehetne például szerkezete után halló hólyagoknak tartani nemcsak a fennebbieket, hanem még inkább a Closteriumok végén lévő hólyagocskákat, melyekre vonatkozólag FREY és LEUCKART a véglények érzéki szerveiről szólva, ezeket mondja: «Föltevé, hogy a Closteriumok állati természete bebizo-

nyodnék, mi minden esetre nagyon kétséges, úgy talán nagyobb jogosultsággal lehetne azon kis gömbölyüded hólyagot, mely ezen állatok testének csúcsában fekszik s nagyszámú apró szemecskéket tartalmaz, halló hólyagoknak tartani. Szemecskéinek mozgása legalább a Gasteropodok otolithjeinek oscillatióival egészen megegyezik, a minthogy az egész is az utóbbi állatoknak halló tokjához nagyon hasonlít».¹

Azon erősen fénytörő, egynemű állományból álló, óraüvegalakú, tömött képlet, melyet LIEBERKÜHN az *Ophryoglena flavicans* és *Bursaria flava* (= *Panophrys flava* Duj.) szája mellett fedezett fel,² s mely CLAPARÈDE és LACHMANN szerint nagy valószínűséggel tekinthető valamely külérzéki szervnek, bár nem lehet eldönteni, vajjon látásra, ízlésre vagy szaglásra szolgál-e,³ STEIN szerint szintén nem bír valamely külérzéki szerv jelentőségével, hanem, optikai tulajdonságai után ítélve, különösen alakult zsírtöréscskének látszik.⁴ Talán az óraüvegalakú képletek sem egyebek húgyconcrementumoknál; a *Metopus sigmoides*-s *Gyrocorys oxyura* mellső testvégén legalább, mint STEIN is kiemeli,⁵ egy-egy ily óraüvegalakú képlet, épen úgy, mint az *Oxytricha pellionellánál* a gömböt rejtő hólyagocska, számos apró, átvilágítva feketének, ráeső fényben pedig krétafehérnek látszó szemecskétől van körülvéve, egészen olyanoktól, mint a minőket STEIN a *Parameciumok*nál maga is húgyconcrementumoknak tekint.⁶

Hogy a véglények valamennyien, ha nem is látnak, de legalább érzik a fényt, ez, mint már fennebb említém, különböző fokú világításnál észlelhető magukviseléséből következtethető. «A látás ez esetben nyilván csupán a világosság és sötétség megkülönböztetésére szorítkozik, mi egy külön optikai készülék nélkül az egész test felületétől érezhető.»⁷ — Ismeretes, hogy a látás szervének első nyomait festékszemeccék összehalmozódása képezi, mely szemecskék halmaza sötét színének fizikai tulajdonságainál fogva a fénysugarakat elnyeli; ha már most a

¹ RUD. WAGNER's Lehrbuch der Zootomie. II. Th. Lehrb. d. Anat. d. wirbellosen Th. Bearb. v. H. FREY u. R. LEUCKART Leipz. 1847. p. 607.

² Beiträge zur Anat. der Infusorien. AAP. (1856) 22.

³ I. 57.

⁴ I. 68.

⁵ II. 333.

⁶ I. 68.

⁷ SIEBOLD. Vergl. Anat. der wirbellosen Thiere. Berlin (1845) 14.

¹ Beobachtungen über Infusorien etc. A. ZWZ. XX. (1870) 493.

² I. 68.

³ Zur Naturgesch. der Infusorien. ZWZ. XI. (1861) 365.

⁴ Beobachtungen über Infusorien etc. ZWZ. XX. (1870) 493.

fénysugarak elnyelése által a sötét foltban keltett molekuláris változások az ingereket feldolgozó közeponti szervvel közvetlen, vagy ideg közvetítésével közöltetnek, ez esetben az inger minőségének megfelelő fényérzésnek kell létrejönni. Minthogy pedig a protoplazma, a sarcode, miként már DUJARDIN jellemző, idegek nélkül érez, azaz képes ingereket feldolgozni: méltán következtethető, hogy a véglények protoplazmateste, az elnyelt fénysugarak ingerét képes érzéssé változtatni.

Egyszerű festőanyag képezte foltok, minők alsóbb állatoknál a legkezdeteleesebb szemeknek felelnek meg, s melyek szerkezetüknél fogva csupán fényérzésre s nem látásra szolgálhatnak, a véglények egyik csoportjánál, t. i. mind a levélzöldet tartalmazó, mind pedig a színtelen *Flagellátoknál* igen gyakoriak, sőt azt mondhatni, hogy csak ritkán hiányzanak. A *Flagellátok szemfoltja* vagy *stigmája* élesen körülírt, páratlan, különböző árnyalatú piros folt, mely a test ostorvégén vagy közepett, vagy oldalra szorítva, foglal helyet s ez utóbbi esetben a test felületéből gyakran kissé kiszökell. EHRENBURG természetesen legkevésbé sem habozott a *Flagellátok* ezen piros foltjait szemeknek tekinteni; ezen felfogást azonban már DUJARDIN is visszautasította, újabb időben pedig csaknem általánosan elvettett: részint azért, mert, — mint SIEBOLD mondja, — fénytörő készüléke. nincsen s idegnek tartható állománnyal nem függ össze; ¹ részint pedig azért, mert, — mint STEIN, ² valamint CLAPARÈDE és LAOHMANN ³ is kiemeli, — a *Flagellátokéval* teljesen megegyező piros folt a moszatok rajzospóráinál is előfordul. Az előbbi ellenvetést illetőleg elég leendő kiemelnem, hogy tulajdonképen, mint számos alsóbb állatnak egyszerű festőanyag-foltjánál, első sorban nem is látó, hanem csupán fényérző (photoscopicus) szemről lehet szó, melyre nézve a fényt elnyelő sötét folt elégséges, az idegállományt pedig az idegrendszernélküli véglénynél maga az érző protoplazma képviselheti. A *Flagellátok* szemfoltja azonban, melynek helye s előfordulása egészen állandó, már e miatt is más jelentőségűnek látszik, mint a halló hólyaghoz hasonló s az óraüvegalakú képletek, melyeknek előfordulása ugyanazon fajnál sem állandó, számuk pedig és elhelyezésük — legalább a gömböt

rejtő hólyagoké — többé-kevésbé változik. E mellett a *Flagellátok* szemfoltja erős nagyításnál oly szerkezetű, hogy az ezen szervekkel való látást (nem csupán a fényérző képességet) sem lehet egészen kizárni. Így az *Anthophysa* szemfoltja egy piros borítéktól bevont erősen fénytörő víztiszta gömböt zár körül; a *Volvox*, *Pandorina* és *Eudorina* szemfoltja vérpiros állománytól bevont fényes gömb, melynek a testfelületből kissé kiszökellő sarkát gyűrűs perem szegélyezi; az *Euglenáké* végre vérpiros állományba ágyazott számos erősen fénytörő gömböcskéből áll, melyek közül a csoport közepét elfoglaló rendszeren nagyobb a többinél s ez utóbbi viszonyt nem tekintve, egészen megegyezik azon szemfoltok szerkezetével, melyet SCHULTZE M. az örvénykék némely fajánál, nevezetesen a *Vortex balticus*-, *V. viridis*- és *Macrostonum Hystrix*-nél talált. ¹ A *Flagellátok* szemfoltja e szerint egy vagy több apró fénytörő gömböt tartalmaz, s ha SCHULTZE M. az örvénykék szemfoltjának erősen fénytörő, parányi gömböcskéit képet előállító lencséknek hajlandó tekinteni: hasonló jogsultsággal lehetne ugyanezt a *Flagellátok* szemfoltjának gömböcskéiről is tartani. Részemről azonban sokkal valószínűbbnek tartom, hogy mind az örvénykék, mind a *Flagellátok* fényes gömböcskéi, mint gyűjtőlencsék, egyszerűen csak a fénynek koncentrálására szolgálnak, s hogy ezen szemfoltok fénytörő parányi lencséknek daczára csupán fényérzést, nem pedig látást közvetítenek.

A másik ellenvetés, felfogásom szerint, szintén nem állhat meg az előitélettől teljesen ment objektív bírálat előtt; kétségbe vonhatatlan tény, hogy a moszatok rajzospóráinak s a *Flagellátoknak* szemfoltjai alaktanilag egészen egyenlő értékű képletek; másfelől tény az is, hogy a szemfoltok a rajzospórák s a *Flagellátok* testének azon elkülönülései, melyek szerkezetüknél fogva a fénysugarak koncentrálására, elnyelésére s a fényingernek az érző protoplazmával való közlésére kitűnően alkalmasok. Így állván a dolog, a kérdés, mely eldöntésre vár, nem az, hogy mi lehetséges a növényekről való hagyományos fogalmaink alterálása nélkül, hanem az, hogy a fényérzésre alkalmas szervvel bíró rajzók és *Flagellátok* érezi-e a fényt? A felelet, mivel az összes idevágó észleletek megegyeznek, másképp nem szólhat, mint hogy a fényt igen élénken érzik; s ezen döntő erejű tényállásra támasz-

¹ Lehrb. der vergl. Anat. d. wirbellosen Thiere. 14.

² I. 65.

³ I. 57.

¹ Beiträge zur Naturgeschichte der Turbellarien. Greifswald (1851) 25.

ködva, HAECKEL-lel bizonyára jogosan mondhatjuk, hogy a Flagellátoknál a festőanyag-folt az, ami a fényérzést közvetíti;¹ s határozottan megerősíthetjük PAGENSTECHER azon gyanításának helyességét, hogy a fény irányában haladó Euglenáknál a piros folt az, mely a haladásra szükséges folyamatokat megindítja.² A mi pedig a moszatokkal mint fennebb előadtam, a legszorosabb kapcsolatban álló zöld *Flagellátok* szemfoltjának értékéről áll, ugyanennek kell állani a moszatok fejlődés körébe tartozó *Flagellátok*, azaz a rajzospórák piros szemfoltjáról is. Ki akarom itt ismételve emelni, hogy nem látó szemről van szó, hanem a rajzó testének egy körülírt foltjáról, mely szerkezeténél fogva a fény elnyelésére a sejt többi részénél alkalmasabb, s az elnyelt sugarak ébresztette ingert az érző protoplazmával közli; a fényérzés közvetítésére szolgáló ily kimutatható szervnek a fény iránt annyira érzékeny rajzospóráknál való előfordulása, felfogásom szerint, mai nap már nem okozhat megütközést: hiszen a rajzospóráknak ostorai vagy csilló-szörei, valamint lüktető üröcskéi szintén oly elkülönülések, melyek ezelőtt néhány évtizeddel egy növénynél éppen oly hihetetleneknek látszottak, — sőt a lüktető üröcskéket, mint fennebb előadtam, STEIN még mai nap is, bár kétségkívül helytelenül, állati bélyegeknak tartja, — mint az, hogy a tenyészésük legfontosabb alaptényezőjének, a fénynek érzésére egy külön, kezdetleges külérzéki szervvel vannak ellátva. — A természet, — mint GÖTHE mondja, — a maga útját követi, ami nekünk kivételnek látszik, az a törvény!

Hogy a moszatrajzók szemfoltja nem lehet egészen jelentéktelen piros pont, hanem hogy a rajzás idejének tartama alatt bizonyos oly fontos feladatot teljesít, mely a rajzás megszűntével, midőn a rajzó a csírázásra alkalmas helyet megtalálta, megoldást nyert, erre nézve még csak azon körülményt akarom felhozni, hogy a pihenésre jutott rajzóknál a helyváltoztató ostorokkal együtt a piros szemfolt is gyorsan visszafejlődik s elenyészik. A ki figyelemmel kísérte pl. egy *Ulothrix* vagy egy *Stigeoclonium* rajzóján a csírázás alatt bekövetkező változásokat, bizonyára tapasztalta azt, hogy a mint a mozgás az egyszerű plasmafonalak képezte ostoroknak visszahúzódására megszűnik s a rajzónak mellső test-

vége kezd megnyúlni, a szemfolt színe igen rövid idő alatt megváltozik, vagy elszíntelenedik, vagy sötétebb lesz s végre szétesik egyes szemecskékre, melyek gyakran a csírázó sejt habos protoplazmájának egy üröcskéjébe kerülnek, melyben molekuláris hemzsegősökkal vonják magokra a figyelmet; — szóval csírázáskor a szemfolt, mint többé nem működő szerv, dezorganizálódik. Vajjon nem emlékeztet-e ez egészen bizonyos élősdire vagy alámerült tárgyakhoz rögzített állatok szabadon mozgó álczáinál a szemnek a beköltözést vagy letelepedést követő visszafejlődésére, s vajjon nem erősít-e meg még inkább ezen megegyezés abban, hogy a rajzók szemfoltjai is fényérzésre szolgálnak? — A moszatspóra rajzása alatt két állatias jelenség vonja magára a figyelmet: az egyik a mozgás maga, a másik a mozgás iránya, mely a spórát a fény felé vezérli; az előbbit az örvényző ostoroknak, vagy csillószőröknek, az utóbbit a fényérző szemfoltnak jelenléte s munkája teszi lehetővé.

A *Flagellátok* kivételével a többi véglényeknél csak kivételesen fordulnak elő szemfoltok, s ennek megfelelőleg a fény iránt bár éppen nem közönyösek, de határozottan nem oly érzékenyek, mint amazok. Ezen szemfoltot nélkülöző véglények között ismét, általános fizikai okoknál fogva, a fény iránt azok viselkednek nagyobb érzékenységgel, melyeknek protoplazmája festőanyagok belerakódása által tűnik ki; azonban a szinteleneknél is még mindig lehetővé vannak téve a fényérzés csekélyebb fokai azáltal, hogy a protoplazma két különböző törési index-szel bíró állományból, t. i. az üvegtiszta állományból s az ebbe ágyazott erősebb fénytörésű rögöcskékből áll. Szemfolt jelenléte által a többiektől kivételt csupán néhány csillószőrös ázálékállatka képez, így például az *Ophryoglena* több faja, melyek testöknek mellső részén, a száj előtt, mintegy a homlokon, egy élesen körülírt fekete, vagy vörös festőanyagból álló foltot viselnek, továbbá CLAPARÈDE és LACHMANN vizsgálatai szerint a *Freiának* tokot még ki nem választott szabadon rajzó egyénei.¹ Nevezett bűvárok szerint a *Freiának* szabadon rajzó, hengeres testű fiatal egyénei testüknek mellső részén, melyen a lófülhez hasonló két hatalmas karély még nincsen kifejlődve, fekete, félholdalakú foltot viselnek, mely mögött gyakran egy kristálylencséhez hasonló igen átlátszó testecskét lehetett megkülönböztetniök.² LACHMANN-

¹ Ursprung und Entwicklung der Sinneswerkzeuge. Kosmos. II. Jahrg. 8. H. (1878) 107.

² Allgemeine Zoologie. I. Th. Berlin 1875) 341.

¹ I. 218.

² V. ö. Pl. fig. 9. 8—9.

nak azt is sikerült megfigyelnie, hogy mily módon fejlődik ki aszabadonrajzó szemfoltosegyéből —, melyben senki sem volna hajlandó egy *Freiát* felismerni, — a helyhez kötött alak. A rajzó letelepedett, lassankint tokot választott ki, karályai elkezdtek növekedni, e közben a szemfolt mindinkább elmosódott, s valószínű, hogy végre egészen elenyésszik, mivel a tokot lakó kifejlődött *Freiáknál* szemfolt nincs. Itt tehát ismét ugyanazon eset fordul elő, mint számos elősdi, vagy kifejtett állapotban helyhez kötött állatnál, melyeknek álcái, miután bevándoroltak, vagy megtelepedtek, szemüket, melynek szabad kalandozásaik idejében bizonyára nagy hasznát vették, mint ezentúl teljesen fölöslegest, elveszítik.

Míg a *Flagellátok* szemfoltjai mindig egészen élesen körülírtak, addig a csillószőrös ázalékállatkáknál gyakran elmosódva mennek át a test mellső részét, vagy az egész testet színező festőanyagba; egészen oly viszony ez, a minő az örvénykéknél ismeretes, melyeknek némely fajánál a másoknál előforduló körülírt szemeket a test mellső részén szétmosódott fekete vagy vörös festőállomány helyettesíti. Ezen viszonyt találtam én az *Ophryoglena atrónál*, melynél az apró szemecskékből összetett fekete szemfolt nem mindig van kifejlődve, hanem e helyett az egész testet színező fekete festőanyag a test mellső része felé egyre sötétebbé fokozódik, s úgy látszik, hogy ezen sötét, de szétmosódott festőanyagból válnak ki, talán csak idősebb egyéneknek, a szemfolttá tömörülő szemecskék. Ezt találtam továbbá a sósvizekre annyira jellemző s általam *Chlamydon Cyclops* név alatt leírt ázalékállatkánál,¹ melynél az egész testet halványabb vagy sötétebb téglavörösre színező festőanyag a homlokokon egy elmosódott vérpiros foltba megy át, melynek közepétől egy világos jégencseszerű gömböcske szökell ki kissé a homlok domborulatából. Egészen ilyen, a test halvány téglavörös színébe elmosódva átmenő pompás vérpiros foltot találtam egészen állandóan egy, N.-Szeben körül a *Volvox Globator* és *V. minor* társaságában élő, *Nassulafélének*, mely legközelebb áll a *Perry Cyclogramma rubenséhez*, homlokán.

Mindazt, amit ismereteink jelen állásán a vég-lények érzéséről tudunk, a következőkben foglalhat-

hatjuk össze: A véglények idegrendszernek tartható elkülönült szervvel nem bírnak, hanem «az ideg nélkül érző sarcodé», vagy protoplazma maga végezi az idegrendszer feladatát. A protoplazma különböző ingerek iránt érzékeny. A hőmérséki és nyomási ingereket az egész testfelület, főleg pedig ennek nyúlványai és függelékei veszik fel, melyek a beléjük ütköző hanghullámokat is áttehetik, mint speczifikus ingert az érző protoplazmára, elkülönült hallásszervek azonban nem fordulnak elő. Egyedüli elkülönült külérzéki szervnek a sötét szemfoltok tekinthetők, melyek az alsóbb állatok fotoszkópi szemeivel egyenértékűek s a világosságnak és sötétségnek éles megkülönböztetését teszik lehetővé.

Lüktető üröcskék.

A véglények testének kéregrétegébe ágyazott úgynevezett *lüktető*, vagy *összehúzódó üröcskék*, *nedvtartók*, *hólyagok*, (*pulsirende*, *contractile*, *Vacuolen*, *Räume*, *Behälter*, *Blasen*, *vésicules*, *vacuoles contractiles*) mint a régibb, úgy az újabb bűvárok részéről is igen különböző értelmezésben részesültek.

Ezen viztisza folyadékot tartalmazó s szív módjára szabályos rhythmusokban összehúzódó s kitáguló, elenyésző s ismét megjelenő üröcskék a mai ismeretek szerint, a *Gregarinák* és *Noctilucák* kivételével, igen nagy általánosságban fordulnak elő a véglényeknél. Előfordulnak, a *Polythalamok* és *Radiolárok* kivételével, csaknem az összes többi gyökérlábúaknál, továbbá valamennyi *Flagellátnál*; a csillószőrös ázalékállatkák között pedig csupán az *Opalinafélék* legnagyobb részénél hiányoznak.

STEIN, mint már fennebb előadtam, épen úgy, valamint már előtte CLAPARÈDE, LACHMANN és SCHNEIDER ezen lüktető üröcskéket kizárólagos állati bélyegekné tekintí, s ehhez képest határozottan az állatországba tartozóknak tartja mindazon *Flagellátokat*, melyek lüktető üröcskéekkel bírnak; ezen felfogással szemben már fennebb elősoroltam azon moszat- és gombarajzókat, melyeknél eddigelé lüktető üregcsék észleltettek, s e szerint ezek az állat- vagy növényországba való tartozás megítélésénél nem szolgálhatnak kritérium gyanánt.

A lüktető üröcskék száma s elhelyezése látszólag elég tág korlátok között változik ugyan, rokonságban álló csoportoknál azonban többnyire meglehetősen állandó marad, ugyanazon fajhoz tartozó

¹ A tordai és szamosfalvi sóstavak ázalat-faunája. Magy. orv. és term. vizsgálók 1875-ben Előpatakon tartott XVIII. vándorgyűlésének évkönyvei. Kül. lenyom. 14. I. Táb. 14—20. ábr.

véglenynél pedig csak ritkán van az üröcskék száma változásnak alávetve. Ez utóbbi kivételes esetre például szolgálhat az *Arcella vulgaris*, melynek fiatal egyénei állandóan két, a test szegélyén szemben álló üröcskével bírnak, míg nagy példányoknál vagy megmarad az eredeti szám, vagy pedig ezekhez még a testet körül szegélyező számos üröcske járul. Hasonló viszony konstataálható számos *Heliozoumnál* s a *Difflugiáknál*; az előbbieknél az eredeti szám kettő, az utóbbiaknál egy. A gyökérlábúaknál általában az üröcskék száma egy, kettő, vagy ennek sokszorososa. A karélyos állábú gyökérlábúaknál, az *Arcellák* kivételével, az üröcskék száma rendszeren csak egy, ritkábban több; a sugaras állábúaknak ellenben, nevezetesen a *Heliozoumok*- és *Euglyphaknak* legalább két üröcskéjük van, míg a nagyobb *Heliozoumoknál*, még ugyanazon fajhoz tartozóknál is, akisebb példányok két üröcskéjéhez rendszeren még több járul. A tömlőalakú tokokat lakó gyökérlábúaknál, ha csupán egy vagy két üröcskéjük van, ezek mindig a test mellső felében foglalnak helyet, ha pedig nagyobb számmal vannak jelen, ez esetben az egész felületen lehetnek szétszórva. A *Heliozoumok*- és *Arcelláknál*, ha csupán két üröcskéjük van, ezek mindig szemben állanak; ha ellenben nagyobb az üröcskék száma, ez esetben meglehetősen szabályos közőkben vannak szétszórva, úgy hogy az egész test számos egyenlő nagyságú üröcsketerületekre osztható fel. Az alakjokat folytonosan változtató *Amoebák* között csak azoknál lehet az üröcske helyéről szó, melyek megnyúlt testtel olvadó csepp módjára folyva haladnak; a haladás ezen módjánál az egyetlen üröcske mindig a test hátulsó részében marad.

A *Flagellátok* között a *levélzöldet* tartalmazókat csaknem kivétel nélkül két üröcske jellemzi, melyek a test mellső végén az egy vagy több ostor alatt foglalnak helyet. A zöld *Flagellátok* ezen ostor alatti két lüktető üröcskéjére vonatkozó első észleleteket FOCKE és COHN egyidejűleg közölte, az előbbi a *Chlamydomonas Pulvisculusnál*,¹ az utóbbi ugyan csak a *Chlamydomonasnál* s a *Gonium pectorale* egyéneinél mutatta ki a két üröcskét.² Ezen felfedezések helyességét azóta sokszorosan megerősítették s a többi zöld *Flagellátoknál* is feltalálták a két üröcskét. STEIN a *Flagellátokat* tárgyaló befejezetlen monografiájá-

ban az *Euglenidáknak* s még néhány ezekkel rokon levélzöldet tartalmazó *Flagellátok* csupán egy lüktető üröcskét tulajdonít ugyan, ez azonban, miként alább, a lüktető üröcskék feladatának tárgyalásánál alkalmam leendő kimutatni, határozottan téves. A *levélzöldet nem tartalmazó Flagellátok*nak vagy szintén két üröcskéjük van ostoruk vagy ostoraik alapján, vagy csupán egy, a száj szomszédságában, vagy kissé alább, a test közepe táján, oldalt, vagy végre, s ez a legritkább eset, a test hátsó vége előtt.

A csillószőrös ázálékállathaknál leggyakrabban egyetlen üröcske fordul elő: így STEIN rendszerében a *Peritrichek* csaknem kivétel nélkül; a *Hypotrichek* közül az *Oxytricha*-, *Euplotes*-, *Aspidisca*- és *Peritromusfélék* családjánál; a *Heterotrichek* között a *Spirostomum*- és *Stentor*-félék családjánál; a *Holotrichek* között a *Cinetochilium*-féléknél, továbbá a *Paramecium*-, *Enchelys*-, és *Trachelius*-félék egy részénél; végre az *Acineta*-félék nagy részénél. Két lüktető üröcske csak ritkán fordul elő; így a *Paramecium*-nem fajainál, néhány *Bursaria*-félénél, valamint BÜRTSCHLI és WRZESNIOWSKI szerint egy-két *Vorticella*-félénél. Kettőnél több, néha igen nagyszámú üröcske jellemzi az *Ervilia* s *Chlamydomon*-féléket, a *Hypotrichek*-, a *Bursaria*-félék egy részét, a *Heterotrichek*-, a *Paramecium*-, *Enchelys*- és *Trachelius*-félék egy részét a *Holotrichek* rendében; végre néhány *Acineta*-félék. Ha csupán egyetlen lüktető üröcske van, ez vagy a száj közelében foglal helyet, vagy pedig a testnek hátulsó végén; ez utóbbiakhoz tartozik az egy üröcskéjű *Heterotrichek* egy része, a *Holotrichek* közül pedig az *Enchelys*- és *Trachelius*-félék, míg a *Peritrichek* s az egy üröcskéjű *Hypotrichek* mind az előbbi csoportba tartoznak. A két üröcskéjük üröcskéi a test egyik szélén foglalnak helyet. A számos üröcske végre vagy egy sorban szegélyezi a test egyik oldalát (többüröcskéjű *Holotrichek* egy része), vagy végre az egész testen egyenlő közőkben van szétszórva (többüröcskéjű *Heterotrichek* s a *Holotrichek* egy része).

EHRENBERG-nek azon mai napkalandosán hangzó nézete, hogy a lüktető üröcskék *ondóhólyagok*, melyek az ondót lüktetve, a parányi peték termékenyítésére az egész testben szétömlesztik, egyetlen újabb bűvár részéről sem fogadtatott el. Sok követőre talált ellenben WIEGMANN-nak már 1835-ben nyilvánított azon felfogása,¹ — mit különben GLEICHEN már a

¹ Physiologische Studien. A. Wirbellosen Thiere. II. Bremen (1854) 4.

² Untersuch. über die Entwicklungsgeschichte der microscopischen Alpen und Pilze. Acta acad. caes. Leop. Carol. Vol. 24. Bonn. 1854.

¹ WIEGMANN's Arch. (1835) I. 12. v. ö. LACHMANN; Ueber die Org. der Infusorien. 374.

múlt században sejtett, — hogy a lüktető üröcske a keringési, véredényrendszernek középponti szerve, tehát szívnek felel meg. Ezen értelmezéshez csatlakozott SIEBOLD,¹ CLAPARÈDE,² LACHMANN,³ LIEBERKÜHN,⁴ MÜLLER JÁNOS,⁵ legújabbán pedig FROMENTEL.⁶ A lüktető üröcskék ezen felfogás szerint a táplálónedvet, a vért, szabályos áramlásban tartják; a diastole alatt megtelő üröcske, midőn tágulatának maximumát elérte, összehúzódik, egy pillanatra egészen elenyészni látszik, hogy néhány másodperc alatt újra megtelve, ismét systolét kezdjen s tartalmát a véglény testébe, illetőleg edényeibe nyomja. A pályák, melyeken a keringésben tartott nedv áramlik, többnyire kivehetetlenek; némely csillószőrös ázalékállatkánál azonban systolé alatt sugarasan elhelyezett edények nyílnak meg, melyek a beléjük nyomott nedvet elfogadják s továbbállítják. Legrégbben ismeretesek ezek a *Paramecium Aureliánál*, melynél SPALLANZANI, mint fennebb eladtam, a 8—10 sugarosan elhelyezett orsóalakú edényt már 1776-ban észlelte. Ugyanilyen, de finomabb és nagyobb számú edényeket észlelt LIEBERKÜHN a *Bursaria flavánál* és *Ophryoglena flavicansnál*, melyeknél ezen edények lefutása a kéregplazmában az üröcske képezte középponttól messzire követhető. Legfeltűnőbb azonban ezen edényrendszer a *Cyrtostomum leucasnál*, melynél a nagyszámú edények kigyzó lefutásúak s elágaznak. A *Cyrtostomum* ezen elágazó edényrendszerének bár egyszerűsített, de elég hű képét adja JOBARD-MUTEAU úrnő;⁷ az ázalékállatkát azonban, melynek rajzát közli, helytelenül nevezi *Panophrys Chrysalisnak*.

Nem hagyhatom megjegyzés nélkül, hogy az ezen edényekben való szabályos keringés már a priori is igen nehezen képzelhető, mivel ugyanazon edények szolgáltatnának a folyadéknak mind az üröcskébe való vezetésére, mind pedig annak az üröcskéből való továbbállítására.

A lüktető üröcskéknél egészen új magyarázatával lépett fel SCHMIDT OSZKÁR 1849-ben,⁸ melyet azon

igen fontos felfedezésére alapított, hogy a *Cyrtostomum (Bursaria) leucas* és *Paramecium Aurelia* üröcskéi finom nyílással kifelé szájadzanak: e szerint szívnek semmi esetre sem felelhetnek meg, ellenben minden valószínűség a mellett szól, hogy a kerékállatkák, szívó- és egyéb férgek víz-edényrendszerének ürítő hólyagával egyenértékűek, a belőlük eredő edények pedig víz-edények.

SCHMIDT felfedezésének helyességét CARTER,¹ LEYDIG,² STEIN,³ BALBIANI,⁴ ZENKER,⁵ SCHWALBE,⁶ WRZESNIEWSKI,⁷ RAY LANCASTER,⁸ ROOD,⁹ ROSSBACH,¹⁰ BÜTSCHLI,¹¹ ENGELMANN,¹² részint a *Cyrtostomum*- és *Parameciumnál*, részint számos más ázalékállatkáknál megerősítették. Mindezen bűvárok szerint a lüktető üröcskék systolójok alatt tartalmukat kifelé ürítik, még pedig vagy egyetlen minden systole alatt kihasadó s ismét nyomtalanul elenyésző (*Actinosphaerium*), vagy egy előképzett finom, de némely ázalékállatkáknál igen jól kivehető kerek nyíláson át, melyet ZENKER szerint, a *Cyrtostomumnál* diastole alatt egy finom nyálkás állományú dugasz, mint egy szelep elzár, vagy pedig a cuticulának az üröcske felett levő több finom nyílásán szűrődik ki tartalmuk; ez utóbbi viszonyt találta STEIN a *Bursaria flavánál* és *Ophryo-*

¹ Annales of natural history. 1856. Vol. 18. p. 126. V. ö. STEIN I. 86.

² Lehrbuch der Histologie. (1857) 395.

³ I. 86.

⁴ Journal de physiologie (1861) 487. v. ö. Wrzesniewski ZWZ. XXIX. (1877) 310.

⁵ Beitrag zur Naturgeschichte der Infusorien. AMA. II. (1866) 322.

⁶ Ueber die contractilen Behälter der Infusorien. AMA. II. (1866) 351.

⁷ Ein Beitrag zur Anatomie der Infusorien. AMA. V. (1869) 25. Továbbá: Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. ZWZ. XXIX. (1877) 306.

⁸ Quart. Journ. microscop. sc. p. 143. LEUCKART's Bericht. AN. 36. Jahrg. II. (1870) 366.

⁹ Sillim. Journ. 1853. Vol. 15. p. 70. v. ö. WRZESNIEWSKI ZWZ. XXIX. (1877) 310.

¹⁰ Die rhythmischen Bewegungserscheinungen der einfachsten Org. u. ihr Verhalten gegen physikalische Agentien und Arzneimittel. Arb. aus d. Zoolog.-Zootom. Institut in Würzburg. 1. H. 1872. p. 9.

¹¹ Ueber Dendrocometes paradoxus, STEIN, nebst einigen Bemerk. ü. Spirochona gemmipara u. d. contr. Vacuol. der Vorticellen. ZWZ. XXVIII. (1877) 62.

¹² Zur Naturg. d. Infusorien. ZWZ. XI. (1861) 380. Továbbá: Zur Physiol. d. contr. Vacuol. d. Infusorien. Zoolog. Anzeig. I.

¹ Lehrb. der vergl. Anatomie der wirbellosen Thiere. 19.

² Ueber Actinophrys Eichhornii. AAP. (1854) 404.

³ Ueber die Organ. der Infusorien etc. AAP. (1856) 374. Torábbá CLAPARÈDE-del kiadott nagy munkájában I. 42.

⁴ Beiträge zur Anatomie der Infusorien. AAP. (1856) 26.

⁵ Monatsb. der berliner Akad. (1856) 392. v. ö. STEIN I. 86.

⁶ Études sur les Microzoaires. Paris. (1874) 37.

⁷ FROMENTEL, id. mű. Pl. 16. fig. 5.

⁸ FROEDEL's neue Notizen. V. ö. ZENKER, Beiträge zur Naturgesch. der Infusorien. AMA. II. (1866) 333.

glena acuminatánál, BÜTSCHLI pedig az *Acineta mystacinánál*.

Azon ellenvetéssel szemben, hogy azon esetben, ha a lüktető üröcskék systolójok alatt csakugyan kifele ürítenék tartalmukat, apró tárgyak a kiáramló víztől mozgásba hozatnának, mi határozottan nem észlelhető, STEIN méltán jegyzi meg, hogy, ha még valamely nagyobb kerékállatka, pl. a *Hydatina Senta* összehúzódó hólyagából kilövelt víz sem idéz elő a kloaka környezetében áramlást, — már pedig itt a hólyag tartalmának kifele való ürülése semmi kétséget sem szenvedhet, — sokkal kevésbbé várható ez a véglények lüktető üröcskéjének kiürülése alatt.¹ Minden kétséget kizáró határozottsággal szól a lüktető üröcskének systole alatt való kifele ürülése mellett ENGELMANN-nak azon megfigyelése, melyet egy új *Chilodon*-fajról, melyet jellemzően *Chilodon propellens*-nek nevez, közzé tett. Ezen ázalékállatka egyetlen hátsó testvégi üröcskéjének mintegy $\frac{1}{2}$ percnyi időközben egymást követő systolái alatt egy-egy lökessel előre lódul, mely tünetény hasonlólag, mint a *Medusák* és *Salpák*, vagy a *Leptodiscus medusoides* lüktető haladása, csakis a kilövelt víznek a testre ható visszalökéséből magyarázható.

Mindezen észleletek teljesen kizárják annak lehetőségét, hogy az üröcskék szívnek felelnek meg. STEIN nagy monográfiája első részének megjelenése óta a WIEGMANN-tól származó felfogást tényleg egészen elis ejtették, és FROMENTELA CLAPARÈDE és LACHMANN tanulmányainak megjelenése után közzé tett észleleteknek teljes ignorálásával mondhatja csak: «La vésicule contractile est pour presque tous les observateurs actuels le coeur, le centre de la circulation chez les Microzoaires.»² Hiszen maga LACHMANN, ki CLAPARÈDE-del kiadott nagy munkájában a lüktető üröcskét még szívnek tekintette, kevés halála előtt közzé tette, hogy a *Discophora* (*Acineta*) *Ferrum* equinummal közel rokon *Discophora speciosánál* egész határozottsággal («mit aller Entschiedenheit») meggyőződött arról, hogy a lüktető üröcske egy finom kivezető csatornán át kifelé nyílik.³

A férgek vízedényeiről a régi felfogás azt tanítja,

¹ I. 88.

² Id. m. 43.

³ Verhandl. des naturforsch. Vereins der preuss. Rheinlande. 16. p. 91. v. ö. LEUCKART: Bericht über die Leistungen in der Naturgeschichte der niederen Thiere während d. Jahres 1859. AN. 26. II. (1861) 247.

hogy lélekző szervek, melyek váltakozva vizet vesznek fel s ürítenek ki; tehát mintegy a rovarok légesőveinek vízből való lélekzésre szolgáló analogonait képviselik. Ezen felfogáshoz képest SCHMIEDT O. az ázalékállatkáknak a férgek vízedényeivel egyenértékű lüktető üröcskéit is váltakozva vizet felvevő s kiürítő lélekző szerveknek tekintette. Minthogy azonban LEYDIG kimutatta, hogy a férgek vízedényei kívülről való vízfelvételre nem alkalmasak, hanem csupán a testürben, vagy ennek hiányában a test parenchymájában összegyűlt víznek a vízedények lefutásában kiválasztott bomlási termékekkel együtt való kiürítésére szolgálnak, s a véglények lüktető üröcskéinek is ugyanezen feladatot tulajdonította, más részt pedig kívülről való vízfelvétel egyáltalában nem konstatáltatott: STEIN és más bűvárok teljesen elfogadták ezen felfogást s a véglények üröcskéit oly kiürítő szerveknek tekintik, melyek a bennök összegyűlt, bomlási termékeket tartalmazó vizet a véglény testéből kiküszöbölik. Hogy mik a kiürített bomlási termékek, ezt eddigelé közvetlenül nem sikerült kimutatni; legnagyobb valószínűséggel állítható azonban mégis, hogy a kiürített anyagforgalmi termék a víz által abszorbeált légnemű anyag: az állati módon lélekző véglényeknél szénsav, a levélzölddel áthasonítóknál pedig éleny. E szerint világos, hogy a lüktető üröcskék a véglények lélekzésénél, — mit újabb időben különösen ZENKER hangsúlyozott,¹ — minden esetre igen fontos szerepet játszanak, s hogy bizonyos tekintetben igaza volt SPALLANZANI-nak s DUJARDIN-nek, kik a lüktető üröcskéket egyenesen lélekzőszerveknek tekintették. A véglények részint egész testfelületökkel, részint szájukon át folytonosan vizet vesznek fel, mely a plasmán végig áramolván, azt végig öntöztvén, miután lélekzésre szolgáló légneműt szénsavval, illetőleg élenyvel cserélte ki, bizonyos, némely ázalékállatoknál közvetlenül látható pályákon összegyűl a lüktető üröcskében, melyek systolójok alatt kiürítik. Könnyen belátható, hogy az üröcskének szaporán egymásra következő kiürülései a víznek a véglénybe való beáramlását mintegy beszívattyúzva elősegítik, s így az üröcskék lüktetései a víznek beszívárgását s kiáramlását szakadatlanul fenntartják. A lüktető üröcskék azonban a véglények lélekzésével legszorosabb összefüggésben álló működésökön kívül, — melyet, mint említém, újabban különösen ZENKER fejtett ki, — valószínűleg még mindazoknál, melyeknek anyagforgalma az állatoké-

¹ Id. m. 338.

val megegyezik, oldott húgyalkatrészek kiürítésére is szolgálnak. Ez ellen csak látszólag szólhat azon körülmény, hogy a véglények testének bizonyos részeiben húgyalkatrészeknek tartható concrementumok válnak ki és halmozódnak fel, mivel vizedényrendszerrel bíró számos féregnél is azt találjuk, hogy a vizedényrendszer legfinomabb ágaiban, vagy az ezeket körülvevő szövetekben a húgyalkatrészek kiválnak s felhalmozódnak. Ugyanígy képzelhetjük a húgyalkatrészeknek a véglények lüktető üröcskéjéhez vezető finom járatok mentében való kiválását is. A véglények lüktető üröcskéinek s az ezekhez vezető pályáknafezen kettős, lélekzés és húgykiválasztás körül forgó feladata bennfoglaltatik már LEYDIG-nek azon magyarázatában, melyet összehasonlító szövettani kézikönyvében a férgek vizedényeinek, melyekkel az ázalékállatkák üröcskéit a hozzájuk vezető járatokkal azonosoknak tartja, élettani feladatáról kifejtett; s HAECKEL, ki újabb időben ugyanezen felfogás mellett nyilatkozik, tévesen vallja azt saját, külön nézetének.¹

Mivel a véglények lüktető üröcskéi vizkiürítésre szolgálnak, mindenesetre igen sajátos jelenség az, hogy a beálló systole alatt egyes ázalékállatkáknál a már fennebb említett sugaras edények folyadékkal megtelnek. Ezen jelenséget STEIN oly módon magyarázza, hogy felteszi, hogy az üröcskének nem egész tartalma ürül ki, hanem annak nagy része ugyanazon pályákon, melyek az üröcskékhöz vezették, ismét visszanyomul. Ennek ellenében SCHWALBE kiemeli, hogy pontosabb vizsgálat útján meg lehet arról győződni, — mit különben már LIEBERKÜHN is megemlített, — hogy a *Paramcium Aurelia* sugaras edényeinek megduzzadása nem a systolával, hanem már a diastole vége felé veszi kezdetét, s e szerint szemlátomást nem a visszaszökellő folyadék duzzasztja meg. Hogy systole alatt a sugarakba nem ömlik vissza a folyadék, — mondja SCHWALBE,² könnyen megmagyarázható abból, hogy ezen irányban a netalán benyomuló vizet kettős ellentállás akadályozza; elsőben tudniillik azon nyomás, mely alatt a szájon át folytonosan új vízfölvétel útján szaporodó folyadék az ázalékállatka testében áll, továbbá pedig a sugarak falzatának összehúzódósága. Hogy ezen sugarak egész lefutásukban összehúzódhatnak, könnyen észlelhető. Mindkét momentum bőven elégséges arra, hogy a kihaj-

tott folyadékot regurgitálni ne engedjék. Csak egy út áll a folyadék előtt nyitva s ez kifelé vezet. Ez alatt, mint már a korábbi bűvárok is kiemelték, igen tisztán kivehető, hogy az üröcske belülről kifelé, a cuticula felé húzódik össze.

SCHWALBE érvelése, úgy hiszem, hogy egészen szilárd alapokon nyugszik, s e szerint a lüktető üröcskék sugaras edényeit kizárólag a víznek a lüktető üröcskébe való vezetésére szolgálóknak lehet tartanunk. Kétségkívül ugyanily feladatuk van a STEIN leírta, csokor (Rosetta) alakban elhelyezett gömbölyüded, egyszerű nedvűröknek, melyek systole alatt számos csillószerű ázalékállatkánál, ezeken kívül azonban még némely Flagellátnál és Rhizopódnál is az összeesett üröcske körül képződnek, t. i. a folyadékot összegyűjtik s a rovasukra ismét feldagadó üröcskének átadják. Nem különben ugyanazon célra szolgál a STEINTől pontosan leírt azon hosszirányú csatorna, mely pl. a *Stentoroknál* a test hátsó végéből, számos más *Heterotrichnál* pedig a test mellső részéből vezet a lüktető üröcskéhez. Ugyanily hosszirányú csatorna szállítja WRZESNIOWSKI vizsgálatai szerint a folyadékot az *Uroleptus Piscis* és *Loxophyllum Melagris* üröcskéjéhez. A hosszirányú edények némely ázalékállatkánál az edény lefutási pályájában megjelenő cseppek összefolyása által jönnek létre, így nevezetesen, STEIN vizsgálatai szerint,¹ a *Stylomichya Mytilusnál*.

A lüktető üröcskék vagy külön nyílással szájadzának a véglény testfelületén, vagy pedig az alfelnyílás egyúttal vizkiürítő nyílásul is szolgál. A *Vorticellaféléknél* az üröcske a garatba látszik ugyan ürülni, ezen ázalékállatkáknál azonban a garat mellső tág részébe az ú. n. *előcsarnokba* (*vestibulum*) nyílik az alfel is; s WRZESNIOWSKI, — ki az ázalékállatkák üröcskéjének szájadzására vonatkozó eddigi meglehetősen nagyszámú adatokat igen pontosan állította össze,² — kimutatta, hogy voltaképen ezeknél is az alfelnyílás szolgál a lüktető üröcske tartalmának kivezetésére. Még pedig némelyeknél, nevezetesen a WRZESNIOWSKI-től igen pontosan tanulmányozott *Ophrydium versatilenél*, az alfelnyílástól meglehetősen távol fekvő üröcskétől egy hosszú kivezető edény szállítja az összehúzódot üröcske tartalmát az előcsarnokba nyíló alfelhez. Ily kivezető csövek a *Vorticellafélék* kivételével különben csak még néhány *Acineta*-, *Trachelius*- s *Enchelysféléknél* ismeretesek. GREEFF a *Carchesium polypinum*

¹ Zur Morphologie der Infusorien. Jenaische Zeitschr. VII. (1873) 548.

² Id. m. 355.

¹ I. 89.

² ZWZ. XXIX, 311.

lúktető üröcskéje mellett még egy sajátos, majd megluzadó, majd lelohadó hólyagocskát fedezett fel, mely egész felületén apró egyenes pálczika-alakú testecskékkel van borítva, s úgy találja, bár erről határozottan meg nem győződhetett, hogy a rejtélyes feladatú hólyagocska mind a lúktető üröcskével, mind pedig az előcsarnokkal közlekedik.¹ Ugyanezen képletet BÜTSCHLI is feltalálta több *Vorticellafélénél*, (*Carchesium polypinum*, *Vorticella nebulifera*, *V. monilata*, *V. citrina* és *V. sp.?*), míg másoknál állandóan hiányzik (*Vorticella microstoma*, *Epistylis plicatilis*, *E. flavicaus*, *Opercularia articulata*).² BÜTSCHLI szerint ezen képlet, melyet *reservoir* névvel jelez, egy tömöttebb plasmaréteg által környezett üröcske, melynek öble a benne elágazó finom protoplazma gerendázattól szivacsos szerkezetet nyer, s BÜTSCHLI meggyőződött arról, hogy egyrészt az előcsarnokkal közlekedik, másrészt pedig a lúktető üröcskével, melynek systolája alatt felduzzad. E szerint az üröcskéből kinyomott folyadék a reservoiron átszűrődve, jut az előcsarnokba, tehát megfelel az *Ophrydium* kivezető csatornájának; e mellett azonban igen lehetséges, hogy még bizonyos anyagok kiválasztására is szolgál. A GREEFF találta pálczikaalakú testecskék talán húgyconcrementumok, valamint azon szerfelett parányi, erősen fénytörő pálczikaalakú testecskék is kivált húgyalkatrészek lehetnek, melyek WRZESNIEWSKI szerint az *Ophrydium* kivezető csatornájának lefutásában fekszenek.

Valamint a lúktető üröcskék feladatáról, úgy szerkezetükről is eltérő volt a felfogás. SCHMIDT O., CARTER, MÜLLER JÁNOS, CLAPARÈDE és LACHMANN a lúktető üröcskéket s az ezekhez vezető nedvjáratokat külön összehúzódó, hártyás fallal ellátott szerveknek, az üröcskéket tehát hólyagoknak, a járatokat pedig valódi edényeknek tekintik. CLAPARÈDE és LACHMANN szerint, az általok szívnek tekintett lúktető üröcskének önálló fala némely ázalékállatkánál egészen jól megkülönböztethető; ilyen nevezetesen az *Enchelyodon furctus*, melynél a hólyag falának vastagsága 0.0013 mm-t ér el.³ LIEBERKÜHN ellenben határozottan kiemeli, hogy egy ázalékállatkánál sem volt képes az üröcskét s edényeket körülvevő hártya jelenlétéről meggyőződni. STEIN pedig, továbbá SCHWALBE, WRZESNIEWSKI s az

újabb bűvárok általában a SIEBOLD-tól először kifejtett felfogásban osztozkodnak s azt különböző észleleti adatokkal támogatják. Mindezek szerint az üröcskék nem hólyagok, hanem a kéregplasmának külön burok nélküli üröcskéi, az edények pedig egyszerű járatok. Hogy az üröcskékhöz vezető edényeknek önálló fala nincsen, ezt legmeggyőzőbben bizonyítja a *Stylonychia Mytilus* hosszsedényének fellépése. — Ezen ázalékállatkánál ugyanis, mint fennebb említém, az edény lefutásában előbb egyes cseppek jelennek meg, melyek, csak miután a folyadéknak folytatólagos összegyülemzése következtében bizonyos terjedelmet értek el, folynak össze egy látszólagos edénybe. Hártya jelenléte ellen szól továbbá azon körülmény, hogy nagyobb edényekbe, így pl. mint STEIN kiemeli, a *Stentorok* terjedelmes hosszsedényébe, alkalmilag a bélplasmából egyes kívülről felvett testek, pl. elnyelt *Euglenák*, belenyomódnak, mi, ha az edények külön hártyával bírnának, alig volna lehetséges. Valamint az edényekhez hasonló járatok, úgy a lúktető üröcskék körül sem sikerült újabb bűvároknak sem közvetlenül, sem kémlelő szerekkel való kezelés után külön hártyát megkülönböztetni. SCHWALBE felemlíti, hogy a *Stentoroknál* diastole kezdetén az üröcskét környező protoplazmák néhány nyúlványa befelé nyúlik, a tágulás tovább haladása alatt pedig lassankint visszahúzódik; az egész azt a hatást teszi, mintha a kiürült üröcske összeesett falai összeragadnának, az összekötő protoplazma-fonalak pedig csak a diastole beálltával szakadoznának lassankint szét. Még határozottabban szólnak az üröcskék buroknélkülisége mellett WRZESNIEWSKI-nak igen pontos vizsgálatai, melyek szerint az *Enchelysfélénél*, ezek között pedig még az *Enchelyodon furctusnál* is, melynél CLAPARÈDE és LACHMANN szerint a lúktető üröcske külön burka a legvilágosabban különböztethető meg, az üröcske a systole alatt kerületén csokorszerű elhelyezésben fellépő cseppeknek összefolyása, tehát az egyes cseppek között levő protoplazma-részletek szétszakadozása után jön létre, azaz minden diastole alatt mintegy újraképződik, mely észlelet egy külön burok jelenlétével semmiképp sem egyeztethető meg. A *Trachelius Lamella*, *Phialina vermicularis* s *Nyctotherus condiformis* üröcskéjének egészen ily módon való létrejöttére alapította már SIEBOLD is azon nézetét, hogy az üröcskék, nemkülönben az edények is, a protoplazmában kivájdó buroktalan hézagok,¹ mely felfogást az épen idézett bűvárok

¹ Untersuchungen über den Bau und die Naturgeschichte der Vorticellen. AN. XXXVII. (1871) 205.

² Ueber Dendrocometes paradoxus, STEIN, etc. ZWZ. XXVIII. (1877) 63.

³ I. 53.

¹ Lehrb. der vergl. Anatomie. 21.

vizsgálatai helyesnek bizonyítottak. ROSSBACH, a ki lüktető üröcskék élettani viszonyait puhatóló terjedelmes és fáradságos vizsgálataival oly kitűnő érdemeket szerzett, a legnagyobb pontossággal végzett észleleteire támaszkodva, némileg kiegyenlíti, vagy legalább kisebbiti a kétféle nézet közötti nagy különbséget. Az üröcskéket s járatokat burkoló, külön hártya, szerinte, sincs meg ugyan, hanem igenis van összeállására nézve különböző határréteg. Ehhez képest kétféle üröcskéket különböztet meg: olyanokat, «melyeknek határoló sarcoderétege csak igen kevésé van tömörülve, s az idegen folyadék eltávolodása után gyorsan kiegyenlítődik a többi sarcodéval (azaz vele összefoly); s olyanokat, melyeknek fala sokkal intenzívebb tömörülésű, úgy hogy a kiürülés és kezdődő megtelés közötti idő nem tart elég hosszasan, hogy, ha szabad úgy mondanom, a tömöttebb sarcodénak a test többi részének kevésbé tömött sarcodéjától való oldását előidézzé».¹ Az előbbi kategoriába tartoznak például az *Enchelys*-, az utóbbiba az *Oxytrichafélék* üröcskéi. Az üröcskék ritmusáról s lüktetéseik gyorsaságáról ROSSBACH dolgozatának megjelenése előtt csak egyes rövid adatok voltak ismeretesek. Hogy egyes véglényeknél az üröcskék szaporább, másoknál lassabb ritmusban lüktetnek, régóta ismeretes. STEIN kiemeli, hogy a tengeri ázalékállatok üröcskéi sokkal nagyobb időközökben lüktetnek, mint az édesvizieké;² ugyanezt tapasztaltam én a konyhasós tavak ázalékállatkáin s gyökérlábúin. STEIN ezen jelenségnek okát abban keresi, hogy a sós víz tömörségénél fogva, nehezebben szűrődik át a protoplazmán, mint az édes víz; én ellenben azon tényállásra támaszkodva, hogy a sós víztől abszorbeált levegő több élenyt tartalmaz, mint az édesvízben foglalt, sokkal inkább vagyok hajlandó azt tartani, hogy a sós vizeket lakó véglények a testükön átszűrődő víznek ritkább megújításával is beérik, s ehhez képest üröcskéik is ritkábban lüktetnek. SCHWALBE úgy találja, hogy a lüktetések annál gyorsabbak, minél kisebbek az üröcskék s fordítva; két percze a *Chilodon Cucullulus*-nál 13—14, a *Paramecium Aurelian*-nál 10—11, a *Vorticella microstoma*-nál 1—2 lüktetés esik. Az élenynek szénsavval történő kiszorítása kezdetben szaporítja, később lassítja a lüktetéseket; magasabb hőmérsékek alább szállítják a protoplazma izgathatóságát s ezzel kapcsolatban a lüktetések száma is csökken.³

¹ Die rhythmischen Bewegungserscheinungen etc. 20.

² I. 91.

³ Ueber die contractilen Behälter etc. 161.

Ezen töredékes adatokkal szemben igen nagy fontosságot kell tulajdonítanunk ROSSBACH terjedelmes vizsgálatainak, melyek egyrészt az üröcskék lüktetési törvényeibe, másrészt pedig, — mivel az üröcskék összehúzódását, miként a véglényttest összes mozgásait a protoplazma végzi, — a protoplazmának izgathatósági törvényeibe is mélyebb bepillantást engednek s ennél fogva általánosabb érdekekkel is bírnak.¹

ROSSBACH tervszerűleg keresztül vitt vizsgálataira édesvízi *Amoebák*at s néhány csillószőrös ázalékállatkát (*Euplotes Charon*, *Stylonychia pustulata*, *Chilodon Cucullulus*, *Vorticella sp.*) választott, s először is azt konstatálhatta, hogy az *Amoebák* üröcskéi szabálytalanul, a csillószőrös ázalékállatok üröcskéi ellenben egészen szabályos ritmusokban lüktetnek. Az *Amoebáknál* a protoplazmába zárt bármely rögcskének az üröcske közelébe való nyomulása, vagy az *Amoebának* valamely idegen testtel való érintkezése elégséges ingert képez arra, hogy az üröcske bármikor összehúzódjék. Azonban ily kimutatható ingerek behatása nélkül is egészen szabálytalan a lüktetés; így az észlelésre használt három *Amoebánál* (ABC) 16° C. hőmérséknél egyik systolétól a másikig, következő számú másodperczt telt el:

A 97. 86. 154. 70. 81. 115. 90.

B 149. 103. 233. 131. 118.

C 100. 150. 135 150.

Egy negyedíknél 20° C. mellett: 73. 526. 351.

Megjegyzendő, hogy a három utolsó *Amoeba* ugyanazon fajhoz tartozott s az *A. verrucosával* látszott megegyezni.

Ezzel szemben a csillószőrös ázalékállatok lüktető ritmusának nagy szabályosságát a két systole között lefolyt következő másodperczszámok adják:

Euplotes Charon: (16° C.), 31. 32. 33. 31. 31. 32.

Stylonychia pustulata (16° C.), 10. 9. 9. 10. 9.

Chilodon Cucullulus (15° C.), 5. 5.

„ „ (18° C.), 5. 5. 5. 5. 5. 5.

Vorticella sp. (17° C.), 9. 9. 8. 10. 9. 9. 9. 9.²

Ezen számadatokból látható, hogy az üröcskék lüktető gyorsasága különböző fajhoz tartozó ázalékállatkánál változik (ugyanazon fajnál s ugyanazon hőmérsék mellett azonban ROSSBACH állandónak találta); továbbá, hogy a lüktető gyorsaság ingadozása oly minimalis, hogy alig vehető számba, főleg ha a használt MÄTZEL-féle metronommal való még oly gyakor-

¹ Die rhythmischen Bewegungserscheinungen etc.

² Id. m. 26—39.

lott számlálásnál is elkerülhetlen hibákat tekintetbe veszszük.

A lüktető ritmus azonban csupán ugyanazon hőmérséknél s a véglénynek az általa lakott folyadékban való tartásánál változatlan; különböző fizikai és chemiai hatások ellenben oly ingereket képeznek, melyek a lüktető ritmust bizonyos törvények szerint lényegesen módosítják.

A hőmérsék módosító befolyása már az *Amabák-nak* szabálytalanul lüktető üröcskéjén is felismerhető; csökkenésével az összehúzódásokat követő pauzák egyre növekednek s a lüktetések már $+5^{\circ}\text{C}$. mellett egészen megszűnni látszanak. 25° felett az üröcské az egész *Amaba*-testtel együtt megkisebbednek; 40° körül ellenben ismét megnagyobbodnak, de a hőmérséknek bekövetkező csökkenése után sem lüktetnek többé, jelölül annak, hogy az *Amaba* 40° -nál elhal.

Sokkal feltűnőbbek azon változások, melyeket a különböző hőmérsékek az ázalékállatkák szabályosan lüktető üröcskéinek ritmusában idéznek elő s ROSSBACH ezekre a következő érdekes törvényeket alapítja:¹

1. A lüktető üröcske ritmikus mozgásainak gyorsasága a test hőmérsékével a legszorosabban összefügg, úgy, hogy ugyanazon ázalékállatkafajnak, normális körülmények között, egyenlő hőmérséknél, mindig egyenlő számú lüktetései vannak.

Ennélfogva a ritmikus összehúzódások számából biztos következtetést lehet vonni az azon pillanatbeli hőmérséki fokra. Egyezzen viszonyokra megvizsgált ázalékállatka a következő időre nézve a folyadéknak, melyben él, thermométere gyanánt szolgálhat.

A hőmérséknek tehát egészen határozott befolyása van azon folyamat intenzitására, mely által a ritmikus működés létre jön.

2. A ritmikus mozgás gyorsasága 4°C -tól kezdve 30° -ig egyre öregbedik.

3. A gyorsulás nagyobb 4 -től 15° -ig, mint 15 -től 30° -ig emelkedő hőmérséknél. Ennélfogva a 15° alá süllyedő hőmérsék a ritmikus összehúzódások számát sokkal nagyobb mértékben apasztja, mint a hogy a 15° fölé emelkedő hőmérsék szaporítja.

4. Egy bizonyos magas hőmérséki foktól (30 — 35°) kezdve nem gyorsabbodik többé a ritmikus tevékenység. Ezen hőmérséki fok pedig annál alantabban fekszik, minél nagyobb volt már alacsony hőmérséknél a ritmus gyorsasága.

5. Lassúbb ritmikus mozgás hőmérséki emelkedés által erősebben, gyorsabb ritmikus mozgás esekélyebb mértékben szaporodik, azaz: a szapora ritmikus mozgásnak gyorsaságát hőmérséki változások sokkal kevésbé módosítják, mint a lassút. Egy ázalékállatkát sem lehetett a hőmérsék fokozása által perczenként 20 -nál (*Vorticella*) több lüktetésre izgatni.

6. 0° alatt és 42° felett az ázalékállatka életével együtt a ritmikus működés is megszűnik.

7. A lüktetések számára nézve egészen közömbös, vajjon egy bizonyos hőmérséki fok hosszabb vagy rövidebb ideig hat —, vajjon a hőmérsék lassan, vagy sebesen fokoztatik-e. Ugyanazon hőmérsék akár 1 perczig, akár $\frac{1}{2}$ napig érezteti hatását, mindig ugyanazon lüktetési számot eredményezi.

Egyéb fizikai és vegytani agensek közül az éleny elvonása hűdítőleg hat a kitáguló üröcskékre.

A folyadéknak indifferens anyagokkal való tömörítésére tetemesen megkisebbednek az üröcskék s a tömörítés fokával lépést tart lüktetések gyérülése.

Savak legkisebb adagai (s csak ezek vehetők számba, mivel a nagyobbak gyorsan megölik a véglényt) az egész testtel együtt a lüktető üröcskéket is megkisebbitik s a lüktetések számát mindjárt behatásuk kezdetén apasztják.

Alkaliák legkisebb adagaira kitágulnak az üröcskék s lüktetések egyre gyérülnek.

Alkohol erős adagainál az üröcské közepes tágu-latokban megszűnnek működni; közepes adagai kezdetben csupán alább szállítják az üröcské lüktető gyorsaságát.

Alkaloidok közepes és kisebb adagai rendkívüli módon kitágítják a hűdött üröcskéket.

A villamosságnak közepes erejű áramainál az üröcské háborítatlanul folytatják rendes lüktetéseiket, bár az áram az egész testre s a csillószőrökre tetanizálóan hat.¹

A mi már most azon kérdést illeti, hogy mi a lüktető üröcské ritmikus összehúzódásainak alapoka, azaz mi azon inger, mely az üröcskéket lüktetésre indítja, erre nézve ROSSBACH vizsgálatai eredményeinek következő csoportosítása adhat feleletet.²

«A lüktető üröcské ritmikus működésének létrejöttére éleny okvetetlenül szükséges. Az összehúzódások szaporasága azonban ugyanaz marad, akár légköri

¹ Id. m. 33.

¹ Id. m. 57—59.

² Id. m. 70.

levegőben, akár tiszta élelyben élnek az ázalékállatok. A környező közeg (víz) élelytartalmának apadása csökkenti az összehúzódnások számát, teljes élelyhiány mellett egészen megszűnik az összehúzódnátság. Csupán a hőmérsék emelkedése képes a ritmikus mozgásokat gyorsítani, melyeket minden más hatások (savak, alkáliak stb.) lassítanak, vagy megszüntetnek. Az összehúzódnások száma épen úgy fogy akkor, ha a lüktető üröcskét a benne összegyűlő folyadék megkisebbiti, mint akkor, ha a folyadék megnagyobbítja.

Ebből látható, hogy sem az élely jelenléte, sem annak hiánya, sem fölöslege, sem a benne való szűkölködés nem tekinthető a ritmikus tevékenység ingere gyanánt; valamint az is, hogy sem savak, sem egyéb anyagok, sem pedig a lüktető üröcskében összegyűlő folyadék feszülése nem szolgál ingerül, hanem ellenkezőleg, mindezek hűdítőleg és gyengítőleg hatnak a ritmikus működésre.

Mint hogy tehát az inger az élely jelenléte mellett jó létre, maga az élely azonban nem tekinthető inger gyanánt, s mint hogy továbbá az inger csupán a hőmérsék emelkedésével lép fel gyorsabban és gyakoribb egymásutánban: a nehéz kérdések legalább egy részének megoldására a következő hipotézis szolgálhat.

A lüktető üröcskék ritmikus mozgásai a protoplazma élelyülési folyamatainak következményei.

Az összehúzódnásokat feltételező és létrehozó ingert az élelyülési folyamat momentuma képezi.

Az élelyülés lehetősége első sorban magának a protoplazmának alkatától s benne foglalt élelyülésre képes anyagok mennyiségétől, továbbá a bevezetett élelymennyiség nagyságától függ.

A protoplazma élelyülési képességét fokozza a hőmérsék emelkedése, csökkenti alább szállása, egészen megszüntetik az alkaloidok.

Az élelyfelyvételt fokozza a hőmérsék emelkedése, kisebbiti apadása, valamint az endozmatikus folyamat változása.

Az élelyfelyvételnak szaporodása csak akkor hathat a lüktetésekre gyorsítólag, ha a nagyobb mennyiségű élely számára elegendő oxidálható anyag is van jelen.

A ritmikus mozgások gyorsaságát tehát, normális állapotban, az élelyülhető anyagoknak, valamint az élelynek mennyisége s a hőmérsék magassága eredményezi.

Minden élelyülés élelyülési terméket (savat) hoz létre; mihelyest ez képződött, megszűnik az inger.

Ezek szerint a ritmikus mozgásnak, a váltakozó összehúzódnásnak s tágulásnak egymást szükségképen felváltó okát az élelyülés s az élelyülési termék képezi.

ROSSBACH vizsgálatait csupán az *Amoebákra* és csillószerűs ázalékállatokra, tehát kizárólag állatok módjára táplálkozó véglényekre terjesztette ki, a növények módjára levélzölddel áthasonító *Flagellátokat* ellenben egészen figyelmen kívül hagyta. Kérdés, vajon ez utóbbiaknál ugyanazon ingerek indítják-e meg a lüktető üröcskék ritmikus működését, mint amazoknál? Ezen kérdésre idevágó észleleti adatok hiányában határozott felelet alig adható; tekintetbe véve azonban a levélzöldet tartalmazó protoplazmának a szintelen, azaz levélzöld nélküli protoplazmával egészen ellenkező anyag s erő-cseréjét, mely végső elemzésben a kívülről felvett magasan élelyült szervetlen vegyületeknek eleven erők lekötése mellett való élelytelenítésében s a felszabadított élely kiválasztásában áll: bizonyára fel nem tehető, hogy a levélzöldet tartalmazó protoplazma, ugyanazon ingerektől indítva, végezné lüktetéseit; ellenben nagy valószínűség szól a mellett, — feltéve természetesen, hogy áll az, hogy a levélzöldet nem tartalmazó protoplazma ritmikus működésének ingerét az élelyülés s élelyülési termékek képezik, hogy a zöld *Flagellátok* üröcskéi az élelytelenülési folyamat s a felszabadult élely ingerére lüktetnek.

Említettem már fennebb, hogy a levélzöldet tartalmazó *Flagellátokat* csaknem kivétel nélkül két üröcske jellemzi,* melyek az egy vagy több ostor alapján váltogatva lüktetnek. E két üröcske az *Euglenák* és *Chloropeltisfélék* családjába tartozó *Flagellátoknál* is, melyeknek STEIN csupán egyetlen üröcskét tulajdonít, igen jól megkülönböztethető s meg is különböztette mindkettőt az *Euglenánál* már CLAPARÈDE, s határozottabban CARTER, csak hogy ezen bűvárok az egyik üröcskét nem helyesen fogták fel; sőt magának STEIN-nak leírása is valószínűvé teszi, hogy egy második üröcske is előfordul, minek lehetőségét STEIN sem zárja ki. Szükségesnek tartom e tárgyra — mint már fennebb jeleztem — visszatérni, mivel a két különböző feladatra szolgáló üröcske a *Flagellátok* egységes szerkezetének, valamint táplál-

* Kettőnél több üröcskét talált CIENKOWSKI a *Hydrurus* s egy *Palmella*-faj rajzójánál (Ueber Palmellaceen und einige Flagellaten. AMA. VI. (1870) 422.

kozásának megértésére, felfogásom szerint, fontosság-gal bír.

Az *Euglenák* egyik üröcskéjét tudvalevőleg már EHRENBURG is megkülönböztette, csak hogy valódi értékét teljesen félreismerve, idegdúcznak tekintette. FOCKE, ki rajzaiban az *Euglenák* egyik üröcskéjének változó körvonalait igen jellemzően adta vissza,¹ dacára annak, hogy kiemeli,² hogy jóddal való kezelésre egészen eltűnik, mégis EHRENBURG felfogásához ragaszkodva, idegdúc (Markknoten) névvel jelöli.

LACHMANN kiemelve, hogy CLAPARÈDE felfedezte az *Euglena Pleuronectes* (*Phacus Pleuronectes* Duj.) és *E. Acus* lüktető üröcskéjét, a következő megjegyzést teszi: «Az *Euglenáknál* az összehúzó-dó hely feltalálását ezen állatok mozgékony-ságán kívül különösen még az is megnehezíti, hogy éppen az EHRENBURG-tól idegdúcznak tartott világos hely fölött, vagy szorosan e mellett fekszik».³ Minthogy a lüktető üröcske mellett vagy felett fekvő idegdúcznak tartott szerv csakugyan megvan, s minthogy, mint előbb CARTER, utóbb STEIN is kimutatta, ez sem egyéb, mint lüktető üröcske: világos, hogy CLAPARÈDE-nek mindkét üröcskét látnia kellett.

CARTER-nek az *Euglena* üröcskéire vonatkozó vizsgálatait STEIN következőleg foglalja össze: «CARTER-t illeti azon érdem, hogy ezen képletben (t. i. az EHRENBURG és FOCKE-től idegdúcznak tartott szervben) egy összehúzó-dó üröcskét ismert fel. Kezdetben csak a különböző egyének-nél változó alakja és nagysága tűnt fel, később azonban lassankinti, de sohasem teljes kiürüléseit is megfigyelte. Pontosabb megfigyelést csak a pihenő, gömbbé húzó-dott s betokozásra készülő vagy oly, már betokozódott *Euglenákon* lehetett végezni, melyek felpukkantott tokjukból kiszorítva, lehetőleg laposra nyomattak. Ezen esetben a tulajdonképi lüktető üröcske mellett egy ezzel összeköttetésben álló *melléküröcske* (*sinus*) látható, mely folyadékkal lassankint megtelvé, igen jelentékenyen kitágul, azután pedig tartalmát a főüröcskébe ömleszti, mitől ez duzzadásig megtelik, míg a melléküröcske eredeti térfogatára zsugorodva, igen parányi hólyagocskának látszik. Erre a melléküröcske újra telni kezd s minél inkább halad duzzadása, annál nagyobb a nyomása a főüröcskére; ettől ennek tartalma legnagyobb részt kiürít-

tetik, hogy aztán a kiürülő melléküröcskétől csakhamar ismét megtöltessék.»¹

STEIN vizsgálatai szerint az *Euglenák* egyetlen üröcskéje a garattal áll összefüggésben. Ez utóbb említett szervet, t. i. a garatot, MARREN ugyan már 1843-ban fedezte fel az *Euglena sanguineánál*,² minden-esetre azonban STEIN-t illeti azon érdem, hogy ezen morfológiai tekintetben igen nagy fontosságú szerv előfordulását az összes *Euglenáknál* és számos más zöld *Flagellátnál* kimutatta s pontosan és híven ábrázolta. A nyílás, melylyel az *Euglenák* garatja a külvilággal közlekedik, tehát a száj, kisded kerek lyuk, mely a többnyire egyetlen, ritkán két ostor alapján a test mellső, azaz haladás alatt előre irányuló végén foglal helyet, azonban csak ritkán éppen a csúcson, pl. az *Euglena viridis*- és *E. desesnél*, rendesen kissé oldalra szorítva, s az *Euglenának* oldalról való tekintésénél kis kicsípett mélyedésnek látszik, melyet kiduzzadó felső és alsó ajak határol; ezen ajkak közötti kis mélyedést már a régibb buvárok, így EHRENBURG és DUJARDIN is ismerték s jellemzően rajzolták, sőt EHRENBURG azon gyanításnak is adott kifejezést, hogy itt keresendő a szájnnyílás.³ A szájnnyílás egy befelé elkeskenyedő S-alakúan hajlott kúrtszerű garatba vezet, mely a betüremelő cuticulával van bevonva, s nem tekintve azt, hogy csillószőrökkel borítva nincsen, s hogy sokkal szűkebb és finomabb, megegyezik számos csillószőrös ázálékállatka (pl. a *Vorticellafélék*, *Parameciumok*, *Colpoda*, *Colpidium* stb.) kúrtalakú garatjával. Ha ezen, STEIN-től igen pontosan s híven rajzolt szervet, már egyszer valamely nagyobb *Euglenánál*, pl. az EHRENBURG által *Amblyophis viridis*-nek nevezett aránylag óriási testű s lomhán mozgó alaknál, vagy az *Euglena Oxyuris* és *Phacus Pleuronectes* nagy példányainál felismerhetjük, könnyen megtalálhatjuk a kisebb alakoknál is. STEIN szerint az egyetlen lüktető üröcske ezen garatnak belső, elmosódott körvonalú végével áll egy finom vezeték által összeköttetésben s e szerint mintegy kocsányon látszik lógni. «Az üröcske — mondja STEIN⁴ — majd fel-duzzadt, majd kisebb térfogatra húzó-dott össze, néha szabálytalan karéjos alakot öltött, végre azonban el-

¹ III. p. 144. CARTER, Annals of. natur. History. vol. 20. (1857) 34—35.

² Recherches sur la rubréfaction des eaux. Nouv. Memoires de l'Acad. roy. du Bruxelles. v. ö. STEIN III. p. 66.

³ Infusionsthierchen. 100.

⁴ III. 144.

¹ Physiologische Studien. II. H. 1854. Taf. IV.

² p. 60. a 23. ábra magyarázó szövege.

³ Ueber die Organisation der Infusorien. AAP. (1856) 369.

enyészett a garattal való összeköttetése s erre ismét egy közönséges üröcskévé gömbölyödött. Melléküröcskét mindaddig nem tudtam találni; ha ilyen van, úgy egyenesen ez tartandó a tulajdonképeni lüktető üröcskének. — Ezen és sok hasonló észleletből az *Euglenák* és a rokon *Flagellátok* üröcskéjének kettős feladatára következtetek. Egy részt ugyanis a szájon s garaton át beömlő folyékony táplálékot fogja felvenni s habár tökéletlen összehúzódásai útján a környező testállományba nyomni, más részt azonban a testürből (helyesebben testállományból) összeszívárgó folyadékot az ellenkező úton kifelé szállítani.»

Úgy hiszem, nem szorúl hosszas érvelésre, hogy az *Euglenák* és rokon *Flagellátok* üröcskéjének a STEIN felfogása szerint való kettős és pedig egészen ellentétes működése alig képzelhető; STEIN szemlátomást maga legjobban érezte ezt s ezért nem zárta ki a CARTER-féle melléküröcske jelenlétének lehetőségét, melyet, ha csakugyan megvan, hajlandó a tulajdonképeni lüktető, azaz üritő üröcskének tekinteni, míg a garat belső végével összefüggő üröcske ez esetben természetesen csak víznek a *Flagellát* testébe való vezetésére szolgálhatna. Hosszas és ismételve végezett vizsgálatokra támaszkodva, határozottan vélem állíthatni, hogy az *Euglenáknak*, *Phacusoknak* s más rokon zöld *Flagellátoknak* csakugyan két üröcskéjük van: az egyik, melyet STEIN igen pontosan leírt, a garat alsó végével áll összefüggésben s kizárólag arra szolgál, hogy a garaton át beáramló vizet lomha összehúzódásai alatt, mi közben egészen soha sem ürül ki, a protoplazmába nyomja, melyben közvetlenül ki nem vehető pályákon terjed el; a másik ellenben, CARTER melléküröcskéje, EHRENBERG idegducza, melynek jelenlétét CLAPARÈDE is megerősíti, a garat lefutásának mintegy közepe táján, vagy még valamivel feljebb foglal helyet, s tényleg ez felel meg a csillószőrös ázalékállatkák lüktető üröcskéjének. Az *Euglenák* mindkét üröcskéje a kéregrétegben fekszik ugyan, de ellenkező oldalon, úgy hogy a lencserendszernek a felületre való beállításánál csak az egyik látszik, a mikrométercsavarnak gyenge fel- és lecsavarásakor pedig a két üröcske egy csaló képpé foly össze, mintha csupán egy üröcske lenne, melynek a másik csupán karéjszerű kiöblösödését képezi. Kétségkívül ily csalókép után rajzolta STEIN a *Phacus Pleuronectes* üröcskéjét karéjos úrnak,¹ melynek körvonalai egészen hívek, csak hogy a felső öböl csak látszólag van az alsóval összekötve;

tényleg egy külön üröcskének, a tulajdonképeni lüktető üröcskének felel ez meg, melyet az egyik ábrán (64) csakugyan STEIN is az alsótól elválva rajzol. A lapított testű *Phacus Pleuronectes* épen a legalkalmasabb a két üröcske tanulmányozására. Ezen *Flagellát* kissé feldomborodó lapjának, melyet hátoldalnak nevezhetünk, hosszirányú középvonalából éles taraj emelkedik ki, mi által a test jobb és bal félre oszlik, s igen jól kivehető, hogy a garat alapján a hasoldalon van az egyik, a garat közepe táján pedig, a hátoldalon, a másik üröcske. Ha ezen, az oldalt álló szemfolt által jelelt tulajdonképeni lüktető üröcskének működését figyelemmel kísérjük, mi a lomhább mozgású nagyobb *Euglenáknál* s a *Phacusoknál*, melyek gyakran huzamosabb ideig vesztegelnek mozdulatlanul egy helyen, épen nem jár nehézségekkel, meggyőződhetünk, hogy szabályos időközökben teljesen összehúzódik s ismét megtelik, s hogy systoléja alkalmával tartalmát egy szerfelett vékony, de a nagyobb *Euglenáknál* gyakran igen világosan megkülönböztethető, résszerű járaton át a garat szájvégi részébe üriti, hol a járatot elfogadó s a garat cuticuláját átfúró üritőnyílás kerek körvonala igen élesen látható. A nagy *Euglena sanguineanál* a lüktető üröcske körületében a systole kezdetkor csokorszerű öblök jelennek meg, épen olyanok, mint számos csillószőrös ázalékállatkánál. Gömbbé húzódott *Euglenáknál* három üröcskét lehet megkülönböztetni; ezek közül az egyik, a víz bevezetésére szolgáló, a másik kettőnél kisebb s a szemfolttal jelelt üröcske systoléja alatt telik meg, azután pedig amannak diastoléja alatt eltűnik, kétség kívül nem egyéb, mint az előbb említett kivezető járat, mely az összegömbölyüedéskor, midőn az *Euglena* hossz tengelye irányában megrövidül, széthúzódik s egy melléküröcskévé tágul. Ismeretes, hogy a fedőlemez alatt meg nem újított, tehát kielt s bomlási termékekkel fertőzött cseppben hosszasan tartott véglények üröcskéi egyre lomhábban működnek s végre egészen kitágulva, megszűnnek lüktetni; ez észlelhető az *Euglenákon* s *Phacusokon* is, melyeknek garatvégi és szemfolt melletti üröcskéje ily körülmények között megszűnik lüktetni, az utóbbinak kivezető járata pedig szintén egy gömbölyüded üröcskévé tágul s ekkor a három üröcske három öböllel ellátott egyetlen üröcskének tartható, minőt STEIN rajzol a *Phacus Pleuronectesnél*.¹

Az előadottak szerint, melyek STEIN vizsgálatait részben módosítják, részben kiegészítik, a CARTER és

¹ III. Taf. XIX. fig. 58. 59. 60. 63. 94.

¹ III. Taf. XIX. fig. 60. 64.

STEIN leírásai közötti eltérést némileg kiegyenlítik, az *Euglenák* és *Phacusok*, nemkülönben mindazon zöld *Flagellátok*, melyeket STEIN az *Euglena* és *Chloropetisfélék* családjába foglal, egy kürtszerű garattal vannak ellátva, mely folytonosan vizet vezet a belső végén levő üröcskébe, melyet STEIN és CARTER egyaránt megkülönböztetett; ezen üröcske, melyet működésének kiemelésére *nyeldeklő üröcskének* akarok nevezni, megtelvé, tartalmát a protoplazmába nyomja, mit már STEIN is felismert. A *tulajdonképi lüktető üröcske* feljebb, a szemfolt mellett foglal helyet; ez az, melyet CARTER melléküröcskének nevezett s melyről STEIN, ha előfordulása bebizonyodnék, felteszi, hogy a valódi lüktető üröcske; tényleg az is, mely a benne összegyűlt folyadékot egy finom, alkalmilag melléküröcskévé táguló járaton át kis kerek nyíláson a garat felső részébe üríti, mely tehát folyadék bevezetésére s kiürítésére szolgáló csarnokot képez. E szerint az ellenkező működésű üröcske közvetítésével a folyadék a szóban forgó *Flagellátok* testét szabályos és állandó áramokban járja át: a nyeldeklő üröcske a garaton beömlő vizet a protoplazmába szorítja, s ez a testen végig szűrődve s tápláló légnemét bomlási légnemmel cserélve fel, végre a lüktető üröcskébe gyűl össze, mely azt kihajtja.

Nem tehetem, hogy e helyen ki ne emeljem azon meglepő megegyezést, mely a moszatoktól, nevezetesen a Palmellaceáktól oly nehezen elválasztható *Euglenák*-s a csillószörös ázalékállatkáknak STEIN szerint legmagasabb képviselői, a *Vorticellafélék* garatja s lüktető üröcskéje között szerkezet és elhelyezés tekintetében megvan. A *Vorticellafélék* (melyekhez az *Ophrydium*- és *Urceolariafélék* is számíthatók) kürtalakú garatjának alafelé elszűkülő része, melyet a szerzők *garatnak*, *nyelőcsőnek* vagy *bárrsingnak* (*pharynx*, *oesophagus*) neveznek, egy orsó- vagy citromalakú *ürbe* nyílik, mely teljesen megfelel az *Euglenák* nyeldeklő üröcskéjének s a garaton át felvett tartalmát ritmikus összehúzódásaival tova szállítja, még pedig nem láthatatlan pályákon, hanem a nagyobb *Vorticellaféléknél*, — miként GREEFF¹ és WRZESNIOWSKI² vizsgálatai útján ismeretes, — egy igen jól kivehető ívelt, finom, résszerű járaton át, mely a nyeldeklő tartalmát a kéregplasmá-

ból a bélplasmába szállítja. A lüktető üröcske a *Vorticellaféléknél* is a garat mellett foglal helyet s tartalmát vagy közvetetlenül, vagy egy finom járat, vagy egy melléküröcskévé táguló öböl közvetítése által juttatja a garatnak legmellső, előcsarnoknak nevezett részébe. Az ezen berendezésnél mutatkozó alaktani különbségek alárendelt értékűek, s részint egyszerűen a nagyságra, részint az elkülönülés fokára szorítkoznak, mely magasabb a *Vorticellaféléknél*, mint az *Euglenáknál*; a garat és nyeldeklő üröcske feladata ellenben ugyanazon mértékben tér el egymástól, a mily mértékben különbözik a levélzölddel áthasonító *Euglenák* táplálkozása a *Vorticellafélékétől*. Az *Euglenák* ugyanis csupán vizet nyelnek, a *Vorticellafélék* ellenben vízzel együtt szerves táplálékot is, a lüktető üröcskének ürítő nyílása pedig egyúttal az emésztésre nem alkalmas táplálék alkatrészeknek kivezetésére is szolgál.

A táplálék felvételére s megemésztésére való elkülönülések.

A sokgyomrú emésztőkészülék tana, minthogy tartatatlanságát DUJARDIN, MEYEN és SIEBOLD kimutatta, az újabb bűvárok között nem akadott többé követőkre, csak maga EHRENBURG kísértette meg még egyszer, életének alkonyán tekintélyének egész súlyával, védelmére szállani.¹ EHRENBURG ezen felszólalásában, melyben az újabb bűvárlatok értékéről sértő kicsinyléssel nyilatkozik, egyetlen új észleletet sem közöl, hanem egyszerűen beéri avval, hogy régi készítményeit előkeresve, a 27 év előtt üvegre szárított ázalékállatkákon fantáziájával ugyanazon sokgyomrú emésztőkészüléket rekonstruálja, melynek létehez 1830 óta jobb ügyhez méltó szívóssággal ragaszkodott. Az ily készítmények, melyeknél az ázalékállatkának eltorzulva összeszáradt testébe a részletek javát bele kell képzelni, a szubjektív felfogás sikamlós lejtőjére vezetnek, s voltaképen mitsem bizonyítanak; mert, mint a fantázia szeszélyes játéka kinek-kinek pillanatnyi kedélyhangulatához képest más és más képeket varázsol a föllegekbe: épen úgy áll a dolog az ázalékállatkáknak beszáritás útján előállított ködkepeivel is. S ha STEIN mégis szükségesnek tartotta EHRENBURG felszólalását alapos és hosszas érveléssel

¹ Untersuchungen über die Naturgesch. der Vorticellen, AN. XXXVII. (1871) I. 200.

² Beiträge zur Naturgesch. der Infusorien. ZWZ. XXIX. (1877) 303.

¹ Ueber die seit 27 Jahren noch wohl erhaltenen Organisationspräparate des mikroskopischen Lebens. Abhandl. der Berliner Akad. der Wissensch. aus dem Jahre 1862. p. 39—74. Mit 3 Kupfertafeln.

megcáfolni s visszaútasítani,¹ bizonyára nem annyira a felszólalásban foglalt elavult tanok újabb czáfolást igénylő természetét, mint inkább a felszólaló nevének nagy tekintélyét tartotta szem előtt.

A sokgyomrú emésztőkészülék feletti vita ezzel véglegesen befejeztetett ugyan, hanem azért a DUJARDIN, MEYEN és SIEBOLD felállította nézetet, bár hozzá STEIN-nel együtt a bűvárok legnagyobb része csatlakozott, általánosan mégsem fogadták el.

Bármennyire térjenek is el egymástól a véglényeknek táplálkozási szerveire vonatkozó nézetek, abban valamennyi bűvár egyetért, hogy az emésztést a testnek szemecskés állománya végezi; oly véglényeknél tehát, melyeknél tömöttebb összeállítású, nem szemecskés kéregréteg s ezt borító cuticula nincsen elkülönítve, a testnek minden része egyaránt alkalmas a táplálék felvételére s megemésztésére. Legszebb példa gyanánt említhetők itt fel a *Polythalamiumok*, melyek likacsos héjukból messze kinyújtható, élénk szemecskeáramlással kitűnő állábaiknak a zsákmány körül összeolvadó állományában emésztetnek s hasonítanak át; más gyökérlábúak ellenben, mint pl. a *Heliozomok*, felületük bármely pontján képződő, ideiglenes szájníyláson veszik be táplálékukat s az emésztésre nem alkalmas részeket szintén egy-egy pillanatra kihatódó ideiglenes alfelen át ürítik ki.

Arra nézve sincs eltérő nézet, hogy a *Gregarinák* s a csillószőrös ázalékállatkák közül az élődi férgek módjára táplálkoznak, egész testfelületökkel szívják fel táplálékukat.

Mindazon szilárd táplálékokat felvevő véglényeknél, melyeknél tömörebb összeállítású összehúzódnó, s gyakran cuticulával borított kéregréteg a pépszerű, szemecskés belső állománytól el van különítve, mint a gyökérlábúak egy részénél, a *Noctilucáknál*, *Flagellátoknál* s *csillószőrös ázalékállatkáknál*, a kéregrétegen behatolt táplálékalkatrészek az utóbbi állományban emésztetnek meg. Erre nézve sem térnek el a vélemények; maga a véglény emésztő belseje ellenben lényegesen eltérő magyarázatban részesült.

Már azon két első bűvárnak, ki EHRENBURG sokgyomrú bélkészülékét visszautasította, eltérő volt felfogása. Míg ugyanis DUJARDIN a véglények belső állományát a tömöttebb kéregrétegbe határ nélkül átmenő folyékonyabb sarcodénak tartotta, addig MEYEN az ázalékállatkák testét, — mint azon időben a növénysejteket, melyekkel ő hasonlította össze leg-

először, — hólyagnak, tömlőnek tekintette, melynek belső üre nyálkás, kocsonyás állománnyal van kitöltve.¹ A DUJARDIN-féle felfogáshoz csatlakozott SIEBOLD, STEIN s az újabb bűvároknak legnagyobb része, míg COHN, LACHMANN, majd CLAPARÈDE is, továbbá CARTER, LIEBERKÜHN, SCHMIDT OSZKÁR a MEYEN felfogásában osztoztak s ugyanehhez tért ismét vissza újabb időben GREEFF.

A MEYEN-féle felfogást határozottabb alakban COHN,² majd LACHMANN fejtette ki; ³ ez utóbbi szerint az ázalékállatkák testét csupán a kéregréteg képezi, mely egy terjedelmes emésztőürt, azaz gyomrot zár körül, ennek szemecskés, félig folyékony s gyakran élénk keringésben levő tartalma pedig nem lehet egyéb, mint táplálékpép, chymus. CLAPARÈDE ezen felfogást teljesen magáévá tette s LACHMANN-nal együtt kiadott nagy munkájában a *csillószőrös ázalékállatkák*on kívül kiterjesztette a *Flagellátok* szájával s garattal ellátott képviselőire, nemkülönben a *gyökérlábúak* között az *Amocbákra*. Könnyen belátható, hogy ezen felfogásnak, az egysejtűség tanának határozott elvetésével való kapcsolatban, szükségképen oda kellett vezetni a konzekvens bűvárokat, hogy, mint már fennebb említettem, kimondják, hogy a véglények szervezete lényegében megegyezik az úrbélűkével s e szerint ezen állatkör egy alsóportjának képviselői gyanánt tekintendők.⁴

Némely csillószőrös ázalékállatka azonban, nevezetesen a *Trachelius Ovum* és *Loxodes Rostrum*, CLAPARÈDE és LACHMANN szerint nem egyetlen tágas emésztőürrrel bír, hanem hártáival borított, elágazó valóságos bölcsovel, melyet falaitól víztiszta folyadékkal teli terjedelmes ür választ el.⁵ — CLAPARÈDE egy későbbi dolgozatában alkalmilag még megjegyzi, hogy a *Trachelius Ovum* félreismerhetetlenül közvetítő kapcsot képez az ázalékállatkák s az elágazóbelű örvénykék (*Turbellaria dendrocoela*) között, épen úgy, valamint más ázalékállatkák átmenetet képeznek az egyenesbelű örvénykékhöz (*T. rhabdo-coela*).⁶ E szerint tehát az ázalékállatkák, örvénykék

¹ Einige Bemerkungen über den Verdauungsapparat der Infusorien. AAP. (1839) 75.

² Cohn. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Infusorien. ZWZ. III. (1851) 267.

³ Ueber die Organisation der Infusorien etc. AAP. (1856) 358—59.

⁴ Études I. 59.

⁵ I. 33.

⁶ Beobachtungen über Anatomie und Entwicklungsge-

¹ II. p. 33—40,

ENTZ G. Véglények.

s úrbelűek egymással szoros rokonsági kapcsolatban állanak, mit újabb bűvárlatok legkevesebbé sem erősítettek meg. Az ázalékállatkák s örvénykék közötti megegyezés is csakis arra szorítkozik, hogy, mint ULYANIN és GRAFF állítják,¹ az örvénykék egy részénél (Acæla, Ulyanin) a bélső egészen hiányzik s a táplálék a kisdud szájnnyíláson át egy üröcskében és zsircsepekben gazdag lágy állományba jut; ezen tényállásból azonban, felfogásom szerint, GRAFF, miként előtte CLAPARÈDE, jogtalanul vonja azon következtetést, hogy az ázalékállatkák és örvénykék közeli rokonságban állanak, mivel az utóbbiak testüknek szövetekből való összetétele által az előbbiektől igen lényegesen különböznek; s GRAFF-nak egy rövid megjegyzéséből arra lehet következtetnünk, hogy ezen lényeges különbség az ázalékállatkák s bél nélküli örvénykék bélállománya (Marksubstanz) között is megvan. GRAFF ugyanis azt mondja, hogy a Schizopora venenosa bélállományának egyes darabjai az örvényke testének szétszakgatása után amoebaszerű mozgásokat mutattak, miből az a következtetés vonható, hogy a bél nélküli örvénykék bélállománya amoebaszerű sejtekből van összetéve, míg az ázalékállatkáké egynemű sarcodéból áll, melynek szétszakgatás útján izolált darabjai amoebaszerű mozgások végzésére nem képesek.

Igen nagy határozottsággal nyilatkozott a LACHMANN- s CLAPARÈDE-fele felfogás mellett, miután az STEIN két monografiájának megjelenése óta jórészt elejtetett, újabb időben GREEFF RICHARD; szerinte az ázalékállatkák testüre a szó szoros értelmében *gastrovascular-űr*, mely az emésztés és keringés munkáját épen oly módon végezi, mint az úrbelűeknél, tartalmát pedig részint emésztés alatt álló, részint már folyósított tápszerek higanfolyó pépje, azaz chymus képezi, mely új tápláléknak és víznek a szájon való bevitele s az áthasonításra nem alkalmas anyagoknak alfelnyíláson át történő kiürítése következtében folytonos változás alatt áll.²

Azon okok, melyeket STEIN a LACHMANN és CLAPARÈDE emésztőürről szóló tanának czáfolására felsorolt,³ teljesen elégségesek a GREEFF által megújított

tannak meczáfolására is. Testürről nem lehet ott szó, hol a test tömöttebb kéregrétege minden határvonallal nélkül elmosódva megy át a bélállományba, mely, nem tekintve hígabb összeállását, kémszerek iránt egészen úgy viseli magát, mint a kéregréteg. Ha az ázalékállatkák csakugyan chymus-szal telt testürről zárnának magukban, kétségkívül az volna várható, hogy az ázalékállatka testének megsértésére a chymus kifoly, s a testür láthatóvá válik. Ha azonban kísérlet kedvéért valamely nagyobb ázalékállatkát, pl. egy Stylonychiát kettémetszünk, meggyőződhetünk, hogy a metsző lap hosszú ideig változatlanul marad s egyetlen csepp chymus sem foly ki. Mint a testür jelenléte ellen szóló fontos érvet felemlíthetjük még, hogy a szájnélküli *Opalinafélék*, *Acinetafélék* és *Gregarinák* belseje ép olyan pépszerű állományból áll, mint a szájjal ellátott véglényeké; már pedig ezeknél, mivel nem vesznek fel emésztést igénylő táplálékot, bizonyára nem lehet szó chymusról.

Mindezekből azon következtetést vonhatjuk, hogy a véglények legtöbbjének belsejét képező hígabb szemecskés állomány nem egy külön testürről kitöltött chymus, hanem, mint már DUJARDIN s utána SIEBOLD tanította, a véglények testét képező sarcodénak, azaz: protoplazmának azon hígabb belső része, melyet a tömöttebb külső réteget képező kéregplasmától való megkülönböztetésül, már fennebb bélplasmának nevezünk, s mely az emésztő véglényeknél természetesen a chymust is magában foglalja, a mennyiben az emésztés, a chymifikáció benne megy véghez; ezért azonban chymus névvel ép oly kevésbé jelölhető, mint a szöveti sejtek bélplasmája, hacsak nem akarunk — a bennfoglalt rész elnevezését az egésze alkalmazva — synekdochéval élni.

A mi a *Trachelius Ovum*- és *Loxodes Rostrum*-nál állítólag előforduló elágazó belet illeti, újabb vizsgálatok szerint egyszerű protoplazmagerendázat ez, minő pl. a gyorsan növekvő növénysejtekben oly gyakori, s melylyel egészen megegyező, víztiszta ürök által elválasztott; elágazó protoplazmagerendázat a Noctilucáknál is régóta ismeretes, s egészen helyesen értelmezett.¹

Miután már azt hihettük, hogy a véglények belének előfordulása szóba sem jöhet többé, legújabb

schichte wirbelloser Thiere an der Küste Normandie angestellt. Mit 18. Kupfertafeln. Leipzig 1863. 14.

¹ Kurze Berichte über fortgesetzte Turbellarien-Studien. ZWZ. XXX. Suppl. (1878) 463.

² Untersuchungen über die Naturgeschichte der Vorticellen. AN. 37. Jahrg. I. B. (1871) 191—192.

³ I. p. 58—60.

¹ STEIN. I. p. 83. GEGENBAUR. Grundzüge der vergl. Anat. II. Aufl. (1870) 103. O. SCHMIDT. Handb. der vergl. Anat. VI. Aufl. (1872) 85. HAECKEL, Zur Morphologie der Infusorien. Jenaische Zeitschr. VII. B. 4. H. (1873) 546.

időben két bűvár ismét a legnagyobb határozottsággal emelt szót az ázalékállatkák belének előfordulása mellett. Ezeknek egyike, BALBIANI, a *Didinium nasutum*-nak tulajdonít belet,¹ FROMENTEL pedig az összes csillószőrös ázalékállatkáknak, sőt hajlandó még a *Flagellátok*- és *Amocbáknak* is belet tulajdonítani.²

FROMENTEL, — ki az összes csillószőrös ázalékállatokra, *Flagellátokra*, *Schyzomycetekre* és *Amocbákra* kiterjedő nagyszabású munkája kidolgozásánál JOBARD-MUTEAU urhölgy becses részleteinek daczára, egészben mégis csak dilettánszerű vizsgálatain kívül csupán a CLAPARÈDE és LACHMANN tanulmányaiban foglalt adatokra támaszkodik, a legtekinélyesebb újabb bűvárok vizsgálatait pedig, így nevezetesen még STEIN-ét sem veszi kellőleg figyelembe, — abból indul ki, hogy még CLAPARÈDE és LACHMANN is kénytelenek voltak a *Trachelius Ovum*- és *Loxodes Rostrum*-nál a bélcsatorna jelenlétét elismerni; s legkevésebbé sem törődve avval, hogy ezen állítólagos elágazó bélcsatorna valódi értékét már régen kimutatták, s daczára annak, hogy ő maga, saját szavai szerint,³ ily elágazó bélcsatornát soha sem látott, mégis ezen egészen hamis adatból indul ki általánosításánál.

Mai nap, — mondja FROMENTEL,⁴ — midőn a *Microzoum*ok bélrendszerének leghatározottabb ellenzői is kénytelenek, részint okoskodás, részint direkt észlelések következtében, elismerni, hogy egy külön hárttyával ellátott bélkészülék van, nem marad egyéb hátra, mint hogy ezen szervnek természetét s a különböző *Microzoum*knál való berendezését vizsgáljuk.

Különös okoskodás! CLAPARÈDE és LACHMANN a *Trachelius Ovum*- és *Loxodes Rostrum*-nak külön hárttyával burkolt elágazó bélcsatornát tulajdonítanak, míg a többi ázalékállatkáknak szerintük nincs bélcsatornájuk, hanem emésztésük a terjedelmes testűrben megy véghez; FROMENTEL maga nem talált ily elágazó bélcsatornát, s mégis erre alapítja azon állítását, hogy a véglények bírnak bélcsatornával!

Az ázalékállatkák bélcsője, — folytatja FROMENTEL, — majd egyenesen a szájából, majd az oesophagus alsó végéből indul ki, s miután az állat testében

többsé-kevesébbé hosszú, öblözetes utat futott meg, az alfelnyílással végződik, s egy igen átlátszó, kitünő mértékben rugalmas, finom hárttyától képeztetik. Ezen hárttyát teljesen körülburkolja azon lágy, átlátszó, igen sűrű mézgaoldathoz hasonló állomány, melyet DUJARDIN sarcodénak nevezett. Ezen állomány, mely az ázalékállatkáknál a magasabb állatok sejtszövetét helyettesíti, azon közeg, mely az emésztés, keringés és szaporodás összes szerveit magában foglalja; ez az, mely a belső szervek között levő minden hézagot kitölt s melyet az izomrostocskákat tartalmazó cuticula borít.

A bélcső általános alakja változik a különböző *Microzoum*oknál; néha tág *hasadék* alakjában (sous l'aspect d'une large fente) húzódik egyenesen a szájtól az alfelig, mint a *Stylonychiáknál* és *Keronéknél* stb. A *Stentoroknál* egyenes vonalban terjed az oesophagustól az ázalékállatka hátsó testvégeig; hogy az ellenkező oldalon fölfelé kanyarodva, az örvényző korongon lévő alfelnyíláshoz érjen. Körülbelől ugyan ezen utat követi a *Vorticelláknál*, *Epistyliseknél*, a *Vaginicoláknál* stb., csak hogy pörgén csavarodik s körülbelől egy, fölül nyílt 8-ast képez. A *Paramecium-félék* családját képező fajoknál a bélcső az egész állatot körülfutja a szájtól az alfelig, mely gyakran ugyan azon oldalon fekszik, máskor visszafordul s önmaga körül csavarodik, hogy az ázalékállatka alsó végén nyíljon. Szóval, a bélcső a legkülönbözőbb alakokat veheti fel.¹

Minthogy FROMENTEL ily nagy határozottsággal állítja a hárttyásfalú bélcső jelenlétét, jogosan követelhető, hogy az ez idő szerinti felfogástól annyira eltérő állítását meggyőző módon be is bizonyítsa. A bizonyítékokkal azonban adós marad; mert ilyeneknek, a táplálék-rögöknek az állítólagos bélcsatornán való végigvonulását tárgyaló következő leírást nem tart-hatjuk:

«Midőn a szájmelletti sertéktől előidézett áram nyomása következtében az oesophagus alapján képződött táplálékrög, szétválasztván és kitágítván a bél falait, a kívánt nagyságot elérte, a bélcső eleje hirtelen összehúzódik a táplálékrög mögött, s azt az oesophagus alapjától meglehetősen távolságra löki; erre a bél hárttyás fala a rugalmas parenchyma nyomása alatt összeesik s azon pillanatban újra elzárni látszik az oesophagus végét, míg új táplálékrög nyomása alatt az előbbi játék ismétlődik. Az első táplálékrög azon-

¹ Sur le *Didinium nasutum*. Arch. de Zoologie experim. et générale. II. (1873) 376—85.

² Études sur les Microzoaires. Paris. (1874) 31—37.

³ Id. m. 36.

⁴ Id. m. 31.

¹ Id. m. 35.

ban azalatt, míg az *oesophagus* alapján a második képződik, nem marad helyt, hanem peristalticus nyomás befolyása alatt tovább és tovább nyomul a bélcsőbe, mely előtte megnyílik, mögötte pedig kimondhatatlan rugalmassággal elzáródik. A bél hártvás falának s a sarcodicus állománynak rendkívüli rugalmassága okozza, hogy a táplálékrög minden oldalról egyenlően nyomatván, gömbalakját az egész bélsatornán való végighaladásában megtartja, s ezen haladása alatt, miközben emésztés alá esik, melynek munkáját persze nem ismerjük, egyre kisebbedik, s a szilárd anyagok, melyeket magába zár, emésztés alatt alakjukban, nagyságukban és színezetükben megváltoznak. A táplálékrög végre az alfelhez ér s itt gyakran bizonyos ideig megreked, mielőtt kivettetnék. Az sem épen ritka, hogy ez emésztési folyamat következtében több, tömegében megfogyott rögöcske ezen helyen, mielőtt kivettetnék, egyetlen tömegbe egyesül.¹

Ezen leírás tagadhatatlanul elég hű képét adja azon pályának, melyet a nedvudvartól körülvevő táplálékrögöcskék, például egy *Vorticellá*-nál vagy *Paramcium*-nál emésztés alatt a bélsatmában megfutnak, de nem győzhet meg arról, hogy a pálya lefutásában ama végtelen finom, rugalmas, hártvásfalú bélcső csakugyan megvan. FROMENTEL kétségkívül ugyanazon tévedésbe esett, mint EHRENBURG, t. i. a táplálékrögök által megfutott pályákba beleképzelte a belet, melyet közvetlenül nem látott; ő csak annyiban tér el EHRENBURG-tól, hogy ez utóbbi a nedvudvartól körülezett táplálékrögöket, ú. n. emésztő üröcskéket, a bélen lógó gyomroknak, FROMENTEL ellenben a bél lefutásában kitégülő öblöknek tekintette. Ugyanazon érvek, melyekkel DUJARDIN a sokgyomrú bélkészülékeket megczáfolta, a FROMENTEL-féle öblözetes bél jelenlétét is kizárják. FROMENTEL tana valóban nem kíván újabb czáfolást s itt csak néhány ellenvetés rövid felemlítésére akarok szorítkozni.

Ha a táplálékrögöcskék külön hártvától határolt szabályos lefutású bélcsőben haladnának, egyáltalában nem lehetne megmagyaráznunk, mily módon juthatnak emésztőüröcskék a bélsatmának azon részébe is, mely a bélcső lefutásán kívül esik. Igaz ugyan, hogy a táplálékrögöcskék igen gyakran csakis a FROMENTEL leirta pálya mentében fekszenek, de azért minden bűvár tapasztalhatta, hogy gyakran az egész bélsatma zsúfolásig telve van táplálékrögöcskékkel és emésztőüröcskékkel; továbbá arról is

könnyen meg lehet győződni, hogy a FROMENTEL leirta pályán haladó üröcskék egymást helyükből gyakran kimozdítják, pl. a plasma külső részéből annak belsejébe nyomják, s hogy a bélsatma élénk keringése alkalmával az ennek külső rétegében lévő emésztő üröcskéket az áram magával viszi, míg a bélsatma centrális részében levő emésztő üröcskék vagy táplálékrögök mozdulatlanul maradnak. FROMENTEL továbbá fenn idézett szavaiban azt mondja, hogy a *Stentorok*-nál a bélcső egyenes vonalban húzódik az *oesophagus*-tól az ázalékállatka alsó testvégeig, hogy az ellenkező oldalon fölfelé kanyarodva, az örvényző korong alján fekvő alfelnnyíláshoz érjen. Ha ez áll, úgy természetesen csak a jelzett lefutású bél hosszában lehetnek táplálékrögök, nem pedig szétszórva az egész entoplasmában, s íme, még a FROMENTEL munkájához tartozó rajzoknál is¹ szétszórva vannak a *Stentorok* táplálékrögöcskéi ábrázolva, mi a természetnek ugyan teljesen megfelel, de hangosan protestál FROMENTEL tana ellen! — A *Stylonychiá*-nál, *Kerané*-nél s több más ázalékállatkánál a bél, FROMENTEL szerint, tág hasadékalakjában húzódik a szájtól egészen az alfelig. Ez merőben képzelhetetlen s homlokegyenest ellenkezik a FROMENTEL munkájának illusztrációjával is. Az *Oxytrichaféléknél* ugyanis a száj, a szájperem (peristema) alsó zugában van s innen balról igen rövid garaton át egy, az ázalékállatka jobboldali testfelébe hajló nyeldeklő üröcskébe vezet, mint ezt JOBARD-MUTEAU úrhölgy egyik rajza² igen híven adja vissza; ha már most a tág hasadékhöz hasonló (mialatt kétségkívül csakis a tényleg tág hasadékhöz hasonló nyeldeklő üröcske érthető) egyenesen vezetne az alfelhez, úgy világos, hogy ennek az ázalékállatka jobb oldalán kellene lenni; tudjuk azonban, hogy az alfelnnyílás nem itt van, hanem a lüktető üröcske alatt az ázalékállatka testének ellenkező, baloldali szegélye mentében. Megengedve már most még azt is, hogy „directement” alatt nem egyenes lefutás, hanem azon legrövidebb út értendő, mely a szájtól az alfelnnyíláshoz vezet: ez esetben a bélnek, az ázalékállatka testének egyenlítői táján, kissé lefelé hajló O alakú csövet kellene képezni; de ez esetben is valjon mily magyarázatot adhatnának azon táplálékrögöcskéknek, melyek JOBARD-MUTEAU úrhölgy rajzain³ részint szabálytalanul vannak szétszórva, részint a test szegélyének menté-

¹ Pl. I—II.

² Pl. 14. fig. 6.

³ Pl. XIII—XIV.

¹ Id. m. 33—34.

ben vannak elhelyezve? — Mindezekből látható, hogy FROMENTEL-nek nagy határozottsággal kimondott tana az észleleti tényekkel nem áll összhangzásban, sőt még a saját munkájához tartozó rajzok részleteitől is fényesen megegyeztetik.

Szükségesnek tartom azonban e helyen FROMENTEL-nek következő szavaira mégis megjegyzést tenni. «Azt mondtuk fennebb, hogy a sarcodicus állomány által összenyomott bél hártája annyira redukálva lehet, hogy végkép kikerülheti a figyelmet; más esetekben a bél lefutása még üressége alatt is látható marad; ezen tényállás különösen könnyen konstataálható oly ázalékállatkáknál, melyek festő anyagot tartalmaznak, mely a bél szomszédságában való gyér előfordulása, vagy hiánya miatt világosan hagyja a bélső lefutását kitűnni.»¹ S e helyen a XV. rajzlap 6. ábrájára hivatkozik, melyen a bélső egész lefutásában világosan látható.

Az idézett rajzon ugyan abszolút semmi bélsatornának tartható részletet sem lehet fölfedezni, a következő 16. rajzlap ugyanazon (6) számmal jelelt ábráján ellenben egy pörgén csavarodott bél van jelezve; e szerint tehát hibásnak kell az idézést tartanunk, s azt csakis az utóbbi rajzra vonatkoztathatjuk. Ezen rajz egy levélzöld testecskeket tartalmazó heterotrich ázalékállatkát ábrázol, melyet FROMENTEL *Leucophrys patulá*-nak nevez, mely azonban bizonyára azonos a STEIN és WRZESNIEWSKI vizsgálatai után igen pontosan ismert *Climacostomum virens*-szel.² JOBARD-MUTEAU úrhölgy rajza a STEIN és WRZESNIEWSKI-től ugyanezen ázalékállatkáról adott pompás rajzokhoz képest felettebb tökéletlen ugyan, de azért elég híven adja a szájhöz pörgén csavarodó serteívet, a tág garatot s a test hátsó végén levő lüktető üröcskét. FROMENTEL a szóban forgó ázalékállatka részletes leírásánál, annak magjáról, mely STEIN szerint: «hosszú, egynemű hengeres zsinég, mely igen különböző módon van hajolva és csavarodva; gyakran 8-as hurok-, vagy pátkóalakú, vagy csaknem pörgén csavarodott,»³ semmi említést sem tesz;⁴ az idézett rajzon ellenben

ugyanazon tájon, melyen a magnak kell lefutnia, egy a mag vastagságával teljesen megegyező, pörgén csavarodó világos zsinég van feltüntetve, mely körül a levélzöld-testecskék gyéribben vannak elhelyezve, s ez az, a mit FROMENTEL egész lefutásában világosan látható bélsatornának tart!

Mindezeket tekintetbe véve, habozás nélkül kimondhatjuk, hogy a FROMENTEL-től felfedezett bél egyáltalában nincs meg, FROMENTEL egész tana pedig hiányos és felületes megfigyelésen alapszik, s ha valakire, úgy bizonyára ő rá magára leginkább alkalmazhatók saját szavai: «Combien on doit regretter que des travailleurs sérieux des savants distingués se laissent entraîner par une imagination trop ardente, ou se contentent de continuer à propager des erreurs grossières sans se donner le peine de vérifier le dire de leurs devanciers!»⁵

Az előadottak után, ha a valót a költőtől lelkiismeretesen elválasztjuk, végre mégis csak annak elismerésére kell jutnunk, hogy mindazok a bűvárok, kik a véglényeknek emésztő-űrt, egy vagy sok gyomrot s külön belet tulajdonítottak, tévedtek, s hogy a nagyérdemű DUJARDIN egyenesen fején találta a szegget, midőn EHRENBURG sokat bámúlt tanával szemben egész határozottsággal kimondotta, hogy a sarcode, vagy protoplazma az, mely az emésztés munkáját végezi.

Azon szilárd táplálékot felvevő véglényeknél, melyeknek bélplasmája tömöttebb összeállású kéregréteggel, s gyakran cuticulává tömörült határhártyával van borítva, a testfelületnek minden pontja természetesen nem lehet egyaránt alkalmas a tápláléknak be-, az ürületeknek pedig kibocsátására, s ezeknél, melyekhez a csillószőrös ázalékállatkák, *Flagellátok* és *Noctilucák* tartoznak, állandó szájnýílás s többnyire külön alfelnýílás is van kifejlődve, melyek közül az előbbi egy csaknem mindig jól kivethető *nyelőlőcső*n vagy *garaton* (*oesophagus*, *pharynx* a különböző szerzőknél) átvezeti a táplálékot a véglény bélplasmájába, míg az utóbbi csak az ürítés pillanatában nyílik meg, hogy nyomban ismét teljesen elzáródjék.

A csillószőrös ázalékállatkák szájának elhelyezése és szerkezete aránylag igen tág korlátok között változik. A mi az előbbi viszonyt illeti, lehet a száj a test hossz tengelyének mellső végén (pl. *Enchelyodon*), a csonkított, korongszerű mellső testvég szegélyén (pl.

¹ Id. m. 35.

² STEIN, II. 210. Taf. IV. Fig. 2-9. WRZESNIEWSKI, *Leucophrys Claparedii*. Annal. des sc. natur. 1861. IV. sér. Tom. XVI. 327. Pl. 8. fig. 1-4. Továbbá: WRZESNIEWSKI, Ein Beitrag zur Anatomie der Infusorien. AMA. V. (1869) 35. Taf. 4. fig. 21-22 WRZESNIEWSKI itt megjegyzi, hogy az általa *Leucophrys Claparedii* névvel jelelt s hibásan újnak tartott ázalékállatka azonos a *Climacostomum virens*-szel STEIN.

³ Id. m. 212.

⁴ Id. m. 295.

⁵ Id. m. 221.

Vorticella, *Stentor*), a test mellső felében (pl. *Glaucoma*, *Kolpoda*, *Stylonychia*), annak közepe táján (pl. *Urocentrum*), ez alatt (pl. *Paramecium*), vagy végre még hátrább, csaknem (pl. *Opisthomum*) vagy egészen a hátsó végén (pl. *Microthorax*), úgy, hogy a szintén igen változó szájhelyzetű örvénykéknél használt *Pro*-, *Meso*-, *Opisthoma* kifejezések alig volna az ázalékállatkáknál elégségesek.

Az ázalékállatkák szájának környezete többnyire feltűnően eltér a testfelület többi részétől; mindazon különböző elkülönüléseket, melyek a száj környezetét bélyegzik, STEIN *peristoma* kifejezéssel jelöl,¹ melyet már a fennebbiekben alkalmam volt *szájperemnek* nevezni. A szájperem legegyszerűbb esetben öböl-szerű vagy tölcseralakú mélyedést képez; az előbbi jellemzi pl. a *Kolpodát* és *Colpidiumot*, az utóbbi a *Paramecium*-nemet. Az *Oxytricha*-, *Euplotes*- és *Aspidiscaféléknél*, valamint az összes *Heterotrichék*- és *Peritrichék*-nél, melyeknél a szájperem a legmagasabb elkülönülést éri el, a szájperemet serték vagy csillógó lemezek szegélyezik, ezek az u. n. *szájmelletti serték* (*adorale Wimpern* STEIN), melyek majd a test homlokrészéről a szájhoz csavarodó ívelt vonalat képeznek (*Oxytrichina*, *Euplotina*, *Aspidiscina*, *Spirostomea*, *Bursarina*), majd ismét az egész szájperemet egyszerű (*Stentorina* és *Tintinnodea*) vagy kettős, néha többszörös (*Vorticellina*) csigajaratban körülfutó pörge vonalat. A szájmelletti sertéktől csak egyik (bal) oldalán szegélyezett szájperemű ázalékállatkáknál a szájperem ellenkező (jobb) oldalát állandóan egy szélesebb, vagy keskenyebb *hullámzó hártya* szegi be. BÜTSCHLI vizsgálatai szerint, — mint már fennebb említém, s ezen állítás helyességét saját vizsgálataim után megerősíthetem, — a *Vorticellafélék* szájából kiinduló, ú. n. peczkelőserte voltaképpen szintén egy széles hullámzó hártának felel meg, mely csupán átmeneti képen látszik sertéknek. A szájperemet szegélyező sertéktől és hullámzó hártától körülvett majd kerek, majd fülkagylóalakú, majd megnyúlt, hosszúdad, lapos, vagy vájt terület képezi az ú. n. *peremmezőt* (*Peristomfeld* STEIN).

A szájperemet néha csupán az igen terjedelmes hullámzó-hártya szegélyezi, így pl. a *Cyclidium Glaucoma*-nál, vagy a *Pleuronema Chrysalis*-nél. Máskor ismét egy folytonosan billegő hártya közvetlenül a száj szegélyét futja körül, pörgén csavarodva:

így nevezetesen a *Glaucoma scintillans*-nál s a *Cinetochilum margaritaceum*-nál. A STEIN-től a *Holotrichék* rendébe foglalt ázalékállatkák némely képviselőinél (például *Lionotus*, *Amphileptus Cignus*) ellenkezőleg csupán erősebb sertéktől képezett vonal képviseli a szájperemet; a *Holotrichék* legnagyobb részénél végre a szájperem egészen hiányzik, vagy legfeljebb a száj körül egy övben elhelyezett hosszabb csillószőrök képviselik, melyek élénken emlékeztetnek a szabadon rajzó *Vorticellafélék* s az *Acineták* embrióinak csillókoszorújára.¹

Mindezen, csak röviden érintett fontos elkülönülések, melyeknek részletesebb, bár teljesen kielégítőnek mai nap sem mondható ismeretét kiválólag STEIN kitűnő vizsgálatainak köszönjük, az ázalékállatkák rendszerezésénél igen fontos bélyegeket képviselnek. DIESING meg is kísértette a csillószőrös ázalékállatkákat, vagy mint ő nevezi, az *ostornélküli Prothelmintheket* (*Prothelmintha amastiga*) a szájperem hiánya, illetőleg előfordulása szerint két főcsoportra, a *szájperemnélküliek* (*Amastiga aperistomata*) és *szájperemesek* (*Amastiga peristomatophora*) csoportjára osztani;² ezen sok tekintetben igen ajánlatosnak látszó osztályzási elv azonban STEIN osztályzásával szemben nem akadt követőkre.

A szájnylás többnyire közvetlenül megkülönböztethető, csak a *Loxophyllum*, *Lionotus* és *Amphileptus*-nemeknél záródnak az ajkak oly szorosan egymásra, hogy az ázalékállatka egészen szájnélkülinek látszik, mint az *Opalina*. Saját, más helyen közölt vizsgálataim szerint,³ melyek a STEIN-éival⁴ teljesen megegyeznek, mindezen ázalékállatkák rendszeren csillószőrös ázalékállatkákból, leggyakrabban *Vorticellafélékből* álló zsákmányukra orrmányuk domború szegélyével mintegy oda rögzítik magokat; erre összehúzódva, rászorítják magukat a zsákmányra, mire legott egy hosszirányú rés hasad meg a szegély hosszában, mely a zsákmány nagyságához képest az orrmánynak majd hosszabb, majd rövidebb részére terjed ki. A száj megnyíltával egyre tolaodóbb lesz a rabló, s végre egy ügyes mozdulattal hirtelen ráhúzza magát a zsákmányra s azt bélpasmájába szorítja. Erre az ajkak elzáródnak s a száj ismét nyomtalanul elenyészni

¹ Term. rajzi füz. II. köt. IV. füz. (1878) 234.

² Revision der Prothelminthen. Abtheil. Amastigen. Sitzungsber. der math. naturw. Class. d. k. Akad. 52. B. I. Abth. Wien. (1866) 505.

³ Term. rajz. füz. II. köt. 4. füz. (1878) 224.

⁴ I. 80.

látszik; csak néha jelzi még rövid időre egy kis mélyedés azon helyet, melyen a zsákmány benyomult s csupán néhány pillanatig látható ívelt vonal, mely azonban állandó garatnak nem felel meg, az útát, melyen végighaladt.

Az épen említett s még néhány más, de bizonyára nem igen nagy számú ázalékállatkánál, különféle garat nincsen, hanem csupán a nyelés pillanatában nyílik meg egy csörszerű járat, mely a táplálékot a szájtól a bélplasmába szállítja. Legtöbb esetben azonban a szájnnyíláson át betüremlik a kéregplasma legfelületesebb rétege a nyelő járatba, s ily módon egy külön falú *nyelőcső, garat* jó létre, mely ahhoz képest, a mint rövid úton hatol át a kéregplasmán, vagy pedig hosszabban fut magának a kéregplasmának állományában, mielőtt azt átfúrná, igen különböző hosszúságot ér el.

Bármennyire különbözzék is egymástól a különböző ázalékállatok garatja, valamennyit mégis két csoportba lehet beosztani.

Az első csoportba számítom azon garatokat, melyek *csillószőrökkel vannak borítva*, még pedig vagy egész felületükön, mint pl. a *Stentorok*-, a *Climacostomum*- s a *Parameciumok*nál, vagy csupán egy végighúzódo, pörgén csavarodott vonalban, mint a *Vorticellaféléknél*,¹ vagy pedig végre csak egy hosszú, finom, csillószőrökből álló bojt lóg az igen rövid garat végén, így nevezetesen az *Oxytricha*-, *Euplotes*- és *Aspidiscaféléknél*. Mindezen garatok ívelt, vagy S alakúlag majd gyengén, majd erősebben csavart lefutásuk után vagy közvetlenül vezetnek a bélplasmába (pl. *Stentor*, *Condyllostomum*), hol kissé elszűkülő alsó részök egy kerek nyílással igen élesen végződnek, vagy pedig még a kéregplasmában végződnek, úgy hogy a garaton behatoló táplálék és víz nem jut a garatból közvetlenül a bélplasmába, hanem a garat végén nyelés alatt mintegy kihasad, előbb orsóalakú, utóbb citrom- vagy gömbalakúlag felduzzadó üröcskébe, melynek tartalmát a garat alsó végéből belelógó finom, hosszú csillószőrökből álló bojt örvényzése szakadatlan keringésben tartja. Ezen üröcskének, mely megteltével összehúzódik s tartalmát a bélplasmába nyomja, s melyet már fennebb *nyeldekli üröcskének* neveztem, nincsen saját fala, hanem, mint a lüktető üröcskék, mintegy a plasmába van vájva, vagy legfeljebb egy tömöttebb határréteg szegélyezi. Ilyen

nyeldekli üröcskébe nyíló garat jellemzi az *Oxytricha*-*Paramecium*- és *Vorticellaféléket* (ezek közé sorolva az *Ophrydium*- és *Urceolariaféléket* is).

Legegyszerűbb ezen viszony az *Oxytrichaféléknél*. Ezen ázalékállatkáknál ugyan STEIN szerint, a száj a peremmező belső szegélyének hosszában lefutó igen tágulékony rést képez, a garat pedig egészen hiányzik,¹ evvel szemben azonban saját vizsgálataim után CLAPARÈDE és LACHMANN,² ENGELMANN,³ WRZESNIOVSKI⁴ és STERKI adatait kell helyesnek tartanom, melyek szerint az *Oxytrichafélék* szája a szájperem hátsó zugában van, s bár rövid, de tisztán kivehető, jobbfelé irányuló ívelt garatba vezet. A garat finom, hosszú csillószőrökből álló bojtot visel,⁵ mely a táplálék behabarásaikor igen jól látható. A behabart táplálék és víz vizsgálataim szerint, nem jut azonban közvetlenül a bélplasmába, miként STERKI állítja, hanem a kéregplasmában kihasadó nyeldekli üröcskébe,⁶ s ennek összehúzódása után nyomul a test belsőjébe. Egészen ilyen szerkezete van az *Aspidisca*- és *Euplotesfélék* szájának és nyelőkészülékének is.

A *Parameciumok* meglehetősen hosszú, kúrtalakú, egész felületén rövid, alsó végén pedig hosszabb bojt-szerű csillószőröket viselő garatja szintén nyeldekli üröcskébe nyílik, s ezeknek nyelési folyamatát igen élethűen írta le már SIEBOLD. «Ha az ázalékállatkánál a GLEICHEN- és EHRENBURG-tól sokszorosan használt etetési eljárást alkalmazzuk, ez esetben a vízben lebegő festőanyag-részecskék azon örvény által, melyet számos ázalékállatkának csillószőrös szájnnyílása a vízben előidéz, a szájhoz sodortatnak s vízzel együtt elnyeletnek. A víz a festőanyag-részecskékkel együtt lassankint felhalmozódik az oesophagus alsó végén s az engedékeny parenchymát hólyagszerűleg szétszorítja. Míg a víz az oesophagus alsó végén cseppalakban összetart, az egész egy kocányos hólyagnak látszik; ha azonban ily vízcsepp az oesophagusról levált, mivel az utóbbinak összehúzódása által a laza parenchymába belenyomatott, kocánytalan hólyagnak

¹ I. p. 142.

² Zur Naturgeschichte der Infusionsthiere. ZWZ. XI. (1861) Separatabdr. 39.

³ Beobachtungen über Infusorien etc. ZWZ. XX. (1870) 472.

⁴ Beiträge zur Morphologie der Oxytrichinen. ZWZ. XXXI. (1878) 36.

⁵ V. ö. Sterki id. h.

⁶ Igen híven rajzolja ezt JOBARD-MUTEAU úrhölgy. Id. mű Pl. 14. fig. 6.

¹ V. ö. BÜTSCHLI. Ueber Dendrocometes paradoxus etc. ZWZ. XXXVIII. (1877) 67.

látszik, melyben az elnyelt szilárd testek teljesen körülzárva fekszenek.¹ SIEBOLD ezen leírása csak annyiban kíván kiegészítést, illetőleg módosítást, hogy nem a garat húzódik össze, hanem még a kéregplasmában fekvő nyeldeklő üröcskének összehúzódó falai nyomják a táplálékot a bélplasmába, azaz: a garat egyedül a táplálék bevezetésére, az alatta kitároló nyeldeklő üröcske ellenben annak továbbállítására szolgál.

A *Vorticellaféléknek* (tágabb értelemben véve ezen családot, azaz az *Ophrydium*- és *Urceolariaféléket* is ide számítva) igen komplikáltnak látszó nyelőkészüléke szintén, nemek s fajok szerint változó hosszúságú, aláfelé elszűkülő kürtalakú, csupán az *Operculáriák-nál* zacskószerűleg kitáguló cső, melyen egy pörgén csavarodó vonalban helyezvék el alulról fel, azaz a száj felé irányuló hosszú csillószőrök, melyek átmetzeti képen csupán 3 vagy 4, egymástól meglehetősen távol álló, csillószőr-pamatnak látszanak. A garat mintegy közepe tájának domborodott oldalából indul ki az átmetzeti képen sertének látszó hullámozó hártya, alsó elkeskenyedő vége pedig egy orsóalakú tágulatba vezet, melybe a garaton lehúzódó csillószőr-sornak egy végső bojtszerű pamata belelóg.³ LACHMANN, kinek a *Vorticellafélék* garatjára vonatkozó első pontosabb adatokat köszönjük, a garat mellső részét, mely az alfelynyilást is elfogadja, az *előcsarnoknak* (*vestibulum*), a további *nyelőcsőnek* (*oesophagus*), az orsóalakú tágulatot pedig *garatnak* (*pharynx*) nevezi,⁴ s ezt a terminológiát CLAPARÈDE is elfogadta;⁵ STEIN ellenben az egészre megtartja a *garat* (*Schlund*) kifejezést,⁶ míg BÜTSCHLI ismét *előcsarnokot* s *nyelőcsövet* különböztet meg, az utóbbi elnevezést alkalmazván az orsóalakú tágulatra. Mindezen bűvárok meg-egyeznek abban, hogy az orsóalakú tágulat közvetlenül összefügg a garatesővel, és STEIN még különösen ki is emeli, hogy a *Vorticellaféléknél* a táplálék-alkatrészek nem vájnak a garat végén egy hólyagszerű ürt, hanem a garat orsóalakú alsó tágulatában gyűlnek össze.⁷ GREEFF-et illeti azon érdem, hogy kimu-

tatta, hogy a garat az orsó-alakú tágulatnál végződik s egy külön összehúzódó falu *«hasas tölcser»*-be nyílik.¹ Ezen észlelet helyességét WRZESNIOWSKI megerősítette s még hozzátette, hogy az *Epistylis flavicans* garatjának vége egy gyűrűs, diaphragmaszerű redő által elzárható.³

STEIN, miután kiemelte, hogy nyeléskor a garat orsóalakú vége húzódik össze, a nyelés további folyamatát a következő élethű képbe foglalja: «A garatból a parenchymába hatoló falat a test hátsó felében egy hosszabb vagy rövidebb ívet ír le, miközben a garat végétől először lefelé halad s azután a hátsó testvég közelében a garattal ellenkező testoldalra hajlik át s itt többnyire még egy darabig felfelé hatol. Ezen lefutása közben egy mellül gömbölyödött, hátul hegyes zsineget képez, mely néha még akkor is összefügg a garatvéggel, midőn mellső vége már a test ellenkező oldalára érkezett. Ez esetben a szakadatlan, ívalakú zsineg egészen a garattal összefüggő bélnek látszik. Néhány pillanat alatt azonban a parenchyma, melynek összefüggését a falat megszakította, a garatvégtől kiindulólág ismét elzáródik s ez által a falatnak hátsó alkatrészei a mellsőkhöz szoríttatnak, s azon helyen, melyet a tovább nem mozgó falatnak mellső vége foglalt el, egy gömb képződik, EHRENBERG gyomorhólyaga».³

CLAPARÈDE és LACHMANN szintén említést tesz arról, hogy bizonyos ázálékállatoknál, melyek alatt kétségkívül a *Vorticella-félék* értendők, a garatból kinyomuló táplálék-rögöcskék haladásuk alatt gyakran egy világos barázdát hagynak maguk mögött, melyet könnyen bélnek lehetne tartani;⁴ ENGELMANN pedig az *Epistylis Nympharum*-nál igen híven ábrázolja ezen vonalat.⁵

Az előadottak után nem szorul további bizonyításra, hogy tévesen tulajdonítják GREEFF-nek azon érdemet, hogy a *Vorticellaféléknél* a nyelés alatt látható ívelt járatot, melyen a falat végig halad, felfedezte; ismeretes volt az már jóval GREEFF vizsgálatai előtt is. GREEFF vizsgálataiban⁶ csak annyi az új, hogy kimutatta, hogy a garat alatti orsóalakú

¹ Vergleichende Anat. der wirbellosen Thiere. Berlin. (1845) p. 16.

² V. ö. BÜTSCHLI, Ueber Dendrocometes etc. ZWZ. XXVIII. (1877) Taf. VI. fig. 21.

³ Ueber die Organisation der Infusorien etc. AAP. (1856) 347.

⁴ I. 80.

⁵ I. 84.

⁶ Id. m. 67.

⁷ Id. m. id. h.

¹ Untersuchungen über den Bau und die Naturgeschichte der Vorticellinen. AN. 37. Jahrg. (1871) 200.

² Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. ZWZ. XXIX. (1877) 297.

³ I. 84.

⁴ I. 35.

⁵ Id. m. Taf. 31. fig. 18.

⁶ Id. m. 200.

tágulat nem tartozik a garathoz, s hogy nagy határozottsággal nyilatkozott a mellett, hogy a tágulatot s az ennek folytatását képező járatot külön hártvás fal határolja, mit WRZESNIEWSKI is megerősít.¹ Új továbbá azon felfogás, hogy a garat alatti tágulat «gyomorképződés első kísérlete»-nek, az ívelt csatorna pedig «primitív bélcső»-nek tartandó,² valamint az, hogy ezen csatorna a bélplasmában, azaz GREEFF szerint a testűrt kitöltő chymusban szabadon lebeg.³ Ismételt vizsgálatokra támaszkodva állíthatom, hogy a garat, mint GREEFF és WRZESNIEWSKI állítják, csakugyan az alatta levő orsóalakú tágulatba nyílik s csillószőr-bojtot viselő vége igen világosan kivehető; arról azonban, hogy ezen tágulat s a folytatását képező járat külön kettős körvonalú hártvával lenne borítva, — s csak ilyen tekinthető külön falnak, — nem győződtem meg. Az egész garat után következő rész, mint a lüktető üröcské s az ezekhez vezető járatok, a kéregplasmába vájt ürnek, illetőleg járatnak látszanak, mi természetesen nem zárja ki annak lehetőségét, sőt valószínűségét, hogy a kéregplasmának tömöttebb határrege környezi. A cső lefutásában azonban még ezen tömöttebb határreteg is határozottan hiányzik. — E mellett szól azon GREEFF-től is felemlített körülmény, hogy a garat alatti tágulathól kinyomott falat majd hosszabb, majd rövidebb ívet ír le, azaz: a falat a járat bármely pontján át belenyomulhat a bélplasmába, tehát külön fala semmi esetre sem lehet; s egyedül a garat alatti tágulat összehúzódásának erélyétől függ, hogy a falat hosszabb vagy rövidebb pályát vájjon a kéregplasmában. GREEFF teljesen érezte ezen ellenvetés fontosságát s bizonyító ereje elől azon egyetlen észlelettől sem támogatott, egészen önkéntes feltevessel igyekezett kitérni, hogy a falatot vezető cső szabadon belelóg a testűrbe s a chymus nyomásától helyzetváltozást szenvedhet.

Mindezeket tekintetbe véve, azon eredményre jutunk, hogy a *Vorticellafélék*nek igen bonyolódottnak látszó garatja lényegében nem tér el az *Oxytricha-félék* és *Parameciumok* garatjától. A garat a *Vorticella-féléknél* is a kéregplasmának egy üregébe nyíló kürtalakú cső. Az, a mit LACHMANN *pharynxnak*, STEIN a garat orsóalakú végének, BÜTSCHLI *oesophagusnak*, GREEFF első gyomorkísérletnek tekint-

hető tölcésszerű tágulatnak nevez, egészen homolog és analog az *Oxytricha-félék* és *Parameciumok* nyeldekli üröcskéjével. Az eltérés csak abban áll, hogy az *Oxytricha-féléknél* és *Parameciumknál* a nyeldekli üröcske a falatot közvetlenül a bélplasmába nyomja, míg a *Vorticella-féléknél*, a kéregplasmában kivájdó majd rövidebb majd hosszabb ívelt járatot fut meg, mielőtt a bélplasmába nyomódnék.

A másik csoportba azon garatokat sorolom, melyek mint a *Holotrichék* legnagyobb részénél, valamint STEIN *Hypotrichi* között a *Chlamyodon*- és *Errilia-félék* családjába tartozó ázalekállatkáknál, csillószőröket nem viselnek. Mindezen garatok közvetlenül a bélplasmába vezetnek s majd síma, merev (*Errilia-félék*), majd többé-kevésbé terjedékeny hártvás csövek. A szűkebb határok között terjedékeny garatok közé tartozik a *Chlamyodon*-, *Nassulafélék* s a *Prorodon* úgynevezett *varsaalakú* garatja, mely finom hártvás falán hosszirányú sávokban elhelyezett aláfélé elkeskenyedő s a garat belső ürébe kissé beszökellő tömött, rugalmas pálczikákat, *foppálczikákat* visel. Ezen varsa-alakú garathoz igen hasonlít az *Enchelysfélék* legnagyobb részének rendkívül tágulékony hártvás garatja, mely nyugalomban hosszirányú redőkbe van szedve, melyek nyeléskor teljesen elsimulnak.

Mindazon ázalekállatkáknak, melyeknek szájuk van, kétségkívül van *alfelnyílásuk* is, csakhogy ezen szorososan elzárható nyílás rendesen épen csak az ürítés pillanatában vehető észre. A mi elhelyezését illeti, ez ép úgy változik, mint számos alsóbb állatnál, péld. a tüskebőrűeknél s majd külön szájadzik (a *Hypotrichéknél*, a *Heterotrichuk* és *Holotrichék* egy részénél), majd a garat mellső részébe (a *Vorticellaféléknél*), majd ismét a lüktető üröcskével együtt nyílik (a *Stentor*-, *Spirostomum*-, egy lüktető üröcskéjű *Bursariaféléknél* s a *Holotrichék* nagy részénél). A kéregplasma felületese rétege, illetőleg a test cuticularis takarója, miként a szájnnyíláson, úgy valószínűleg az alfelnyíláson is betüremlik, csakhogy rendkívüli finomsága miatt csak ritkán különböztethető meg. E tekintetben a *Nyctotherus*-nembe tartozó heterotrich ázalekállatkák képeznek igen figyelemreméltó kivételt, melyeknél az alfelnyíláson betüremlő cuticula meglehetősen hosszú, kissé S-alakulag csavarodó, síma, szőrözetlen, garatszerű alfelbelet képez, mely a bélplasmába nyílik s a lüktető üröcske tartalmának kiürítésére is szolgál.¹

¹ Id. m. 297.

² Id. m. 205.

³ Id. m. 203.

Hogy az ázalékállatkáknál a száját, illetőleg a garatot az alfellel, avagy — ha, miként az épen említett *Nyctotherusok*nál ki van fejlődve — az alfelbéllel összekötő középbél egészen hiányzik, valamint az is, hogy chymus-szal kitöltött emésztő ür nincs meg, az előadottakban bőségesen kifejtetett. Az emésztés munkáját, a tömöttebb kéregplasmába elmosódva, minden határ nélkül átmenő szemecskés, pépszerű bélplasma végzi s az elnyelt táplálékrészek majd közvetlenül beágyazódnak a bélplasma állományába, majd ismét elnyelt víz által képezett udvartól környezetnek; az ezen táplálékrögöket tartalmazó gömbölyű nedvrök a már többször említett úgynevezett *emésztő üröcskék*, melyeknek téves értelmezése EHRENBURG-et a sokgyomrú emésztő készülékről szóló tanra vezette.

Az ázalékállatkák, valamint a többi evő véglények is, táplálékukat épen úgy megválasztják, illetőleg meg nem választják, mint a magasabb állatok. Vannak közöttük mindenevők, melyeknek falánk szája minden élőt vagy szerves eredetű foszlányt, a mi csak belefér, egysejtű moszatokat, állati s növényi véglényeket, kisebb sugárállatkákat, apró héjasokat stb. elnyel; ilyenek pl. a nagyobb *Oxytricha*-, *Stentor*- és *Spirostomumfélék*, stb. Mások ellenben kiválólag, vagy ha szerit tehetik, kizárólag egyféle táplálékot vesznek fel; így pl. a *Chlamydomon*- és *Erviliáfélék* rendszeren Diatomeákból, a *Nassuláfélék* Oscillariákból élnek s csak ritkán, úgy látszik csak kényszerűségből nyelnek el Palmellaceákat, míg a kisebb *Oxytricha*-, *Aspidisca*- s *Euplotesfélék* válogatás nélkül minden Palmellaceát s egyéb apró moszatot megesznek; az *Enchelys*- és *Tracheliusfélék* ismét csaknem kivétel nélkül csillószőrös ázalékállatkákat, az *Amphileptusok* s a *Trachelius Ovum* különösen *Vorticellaféléket* nyelnek el s ezeknek telepeiben gyakran iszonyú pusztításokat végeznek.

Az ázalékállatkák igen nagy része *asztalközösségben* (*commensalismus*) él más állatokkal s ezeknek ürülete, mely félig megemésztett Palmellaceák s egyéb egysejtű moszatok tarka zagyvalékából áll, lucullusi terített asztalt képez számukra. Ide tartozik a *Vorticellafélék* legtöbb képviselője, melyek nagyobb kerékállatkákra, héjasokra, rovarálczákra, csigák és kagylók héjára, vagy a vízi növényeken ülő kerékállatkák társaságában telepednek le, s a mi ezeknek ürületeiben még megehető, mindazt értékesítik. Hasonló asztalközösségben élnek az édesvízi Hydrákon szaladgáló tojásdad polypetvek (*Kerona Polyporum*) a Hydrával, míg a tányéralakú, keringő polypetvek (*Tricho-*

dina Pediculus) a Hydrák, kagylók s halak testfelületét, a Tritonok húgyhólyagában élők pedig a hólyagot borító nyálkából élnek, épen úgy, mint a kagylók köpenyén s kopoltyúin sürgölődő *Conchophthirusok* a kagylók nyálkájából.

A pocsolyák fenekére apró vízi állatocskák ürületeiből lerakódó finom iszap szintén gazdag táplálék-készletet rejt magában, s számos ázalékállatka, péld. a *Paramecium Aurelia*, az *Ophryoglena atra*, a *Cyrtostomum leucas*, a *Loxodes Rostrum*, a *Metopus sigmaides* stb. különböző gyökérlábúval s Flagelláttal együtt ezen iszapon él s ebben keresi táplálékát.

A más állatok felületére telepedett ázalékállatkáktól a legközelebbi lépés átvezet azokhoz, melyek állandóan más állatok bélesőjében tartózkodnak s gazdájuk ételének morzsáiból, vagy csak azon táplálék részekéből élnek, melyek emésztetlenül jutottak a végbélbe. Ilyenek az *Ophryoscolexfélék*, melyek az *Iso-trichával* együtt állandó lakói a kérődzők bendőjének; ilyenek továbbá a *Balantidium*, *Nyctotherus* és *Plagiotoma*-nemekbe tartozó heterotrich ázalékállatkák, melyek közül a *Balantidiumok* a disznónak s alkalmilag az embernek (*B. coli*), vagy a kétéltűeknek (*B. Entazon*, *B. elongatum*, *B. duodeni*), a *Nyctotherusok* a békáknak (*N. corliformis*) a Periplaneta orientalisnak és Gryllotalpának (*N. ovalis*), a Hydrophilus piceusnak (*N. Györianus*), a Julius marginalisnak (*N. velox*), a *Plagiotoma Lumbrici* pedig a földigilisztának többnyire vég-, ritkábban középbélben tanyáznak, gyakran *Opalináfélék* s néhány *Flagellatnak* (*Cercomonas*, *Bodo*, *Trichomonas*, *Hexamita*, *Lophomonas* fajok) és *Amöbák* társaságában.

Mindazon, más állatokban tartózkodó ázalékállatkák, melyek szájjal, garattal vannak ellátva s magok emésztene, ha LEPELLETIER DE SAINT-FARGEAU precíz körüírását; hogy csak azon szervezetek élősdiék, melyek más szervezeteknek áthasonított anyagaiból táplálkoznak, nem pedig azok, melyek gazdájoknak ételében osztozkodnak,¹ elfogadjuk: élősdieknek nem, hanem csakis *asztalközösöknek* tarthatók. A szájnélküli *Opalináfélék* ellenben, melyek úgy mint a *Gregarinák* a gazdájok által áthasonított anyagokat egész testfelületökkel szívják fel, valódi élősdiék; a kétéltűek végbélében élők ugyan gazdájukat bizonyára nem igen fogják megrövidíteni, mások ellen-

¹ P. J. van BENEDEN, die Schmarotzer des Thierreichs. Internationale wissenschaftl. Bibliothek. 18. B. Leipzig. (1873) 7.

ben, mint pl. azok, melyek a földi giliszta belét (*Opalina armata*) vagy a Planariák elágazó belének kitüremléseit (*O. Planariarum*) vagy a Gammarus Pulex kopolytűit (*O. branchiarum*) gyakran zsúfolásig kitöltik, nem lehetnek gazdájokra nézve egészen különbösek.

Bizonyos ázalékállatkák előszeretettel, mások kizárólag rothadó állati vagy növényrészeket tartalmazó folyadékokban, ázalékokban, vagy öntelésekben (infusio) élnek; s ezen csak korlátozott számú ázalékállatka s egyéb véglény életmódjától kölcsönözött az ázalékállatka (*Animalcula infusoria*, *Aufgussthierchen*) elnevezés is. Miután LEEUWENHOEK a «világ élő atomjait» felfedezte s figyelmét a láthatatlan világ titokszerű életére irányította, eszébe jutott megvizsgálni, hogy mi lehet az, a mi a borsnak csipősségét okozza. Ezen cél elérésére egész borszemeket leöntött vízzel s ebben 1676. április 24-én töméntelen állatocskát, parányi *Bakteriumokat* s nagyobb tojásdad állatocskát (*Colpoda Cucullus*) látott hemzsegni.¹ LEEUWENHOEK felfedezése nagy feltűnést okozott, mindenki akarta látni a csodálatos borsállatocskákat, a kísérletet sokszorosan ismételték, majd a legkülönbözőbb ázalékokra kiterjesztették s a véglénybúvárlat első száz évét jórészt az ázalékokban fejlesztett véglények vizsgálata vette igénybe, melyhez azután, mint a fentebbiekben kifejtettem, a legkülönfélébb, merészebbnél-merészebb, itt-ott fennkölt és szellemes, többnyire azonban a mai állásponttól visszapillantva, gyermekded naivoknak látszó spekulációk fűződtek. Mai nap tudjuk, hogy a különböző növényekre s állati hullarészekre öntött folyadékban nem lépnek fel különböző véglények, hanem a rothadás ugyanazon foka mellett mindig ugyanazon aránylag kis számú véglények jelennek meg. Bűzhödő állati ázalékban, pl. a hulla-áztató edényekben, — feltéve, hogy a rothadás nem felette rohamos, mert ez esetben csupán a rothadást indító és fenntartó *Schizomycetek* milliárdjai hemzsegnének, — vizsgálataim szerint a következő csillószőrös ázalékállatkák találhatók állandóan: a *Cyclidium Glaucoma*, *Glaucoma scintillans*, *Trichoda carnum*, *Colpidium Colpoda*, — a *Flagellátok* közül pedig *Cercomonas Termo* és *Polytoma Uvella*. Igen gyakran találtam továbbá az előbbiektől társaságában, mindig igen nagy mennyiségben, az *Opercularia coarctatának* (*Epistylis coarctata* Clap. & Lachm.), — két-három

egyenből álló fűszálakat, valamint egy kis *Amœbát*. Ha az ily folyadékban a rothadás alábbhagy, mint midőn pl. az áztató kádából merített folyadékot hullarészek nélkül hagyjuk állani, az előbbi véglények gyorsan eltűnnek s helyettük *Vorticella microstoma*, a *Chilodon Cucullulus* kisebb alakja (*Chilodon uncinatus*), *Oxytricha p Mellonionella*, *Stylonychia pustulata* jelennek meg; csak a mindenütt előforduló *Cyclidium Glaucoma* s a *Cercomonas Termo*, valamint az *Amœbák* élnek tovább, melyekhez még a *Monas Guttula* szegődik. Minthogy e közben Naviculák s egysejtű Palmellaceák (*Clorococcum infusionum*, *Scenedesmus*) is gyors fejlődésnek indultak, a folyadékban pezsgő élet teljesen megváltozik. A növényázalékokban az említett véglények közül mindig hiányzik a *Polytoma Uvella* s a *Colpidium Colpoda*; ez utóbbit állandóan a vele közel rokon *Colpoda Cucullus* helyettesíti, melyet méltán neveztek «szénaállatocskának» (*Heuthierchen*), mivel a szénaázalék domináló alakja.

A felsorolt ázalékállatkáknak s egyéb véglényeknek a rothadó ázalékokban való állandó előfordulása természetesen a legszorosabb összefüggésben áll táplálkozásuk módjával, mely a tiszta vizeket lakókéttől lényegesen eltérőnek látszik. Mindezen véglények ugyanis — felfogásom szerint, — táplálkozásukban a *Schizomycetektől* függenek, melyek számokra a táplálékot mintegy előkészítik, a mennyiben ezen a természet háztartásában oly nagyfontosságú szerepre hivatott, parányi lények az általuk indított s fenntartott rothadás által egy egész sereg más véglény számára állítják elő a táplálékindat, azon *Bakteriumtejet* (sit venia verbo!), melyet ezek majd a rothasztó *Schizomycetekkel* együtt nyelnek el, majd csupán ennek tápláló savóját veszik fel, mint nevezetesen a *Polytomák*.

Az ázalékállatkáktól elnyelt táplálékalkatrészek nem a legegyszerűsebb úton hatolnak keresztül a bélplasmán, hogy a szájtól az alfelig jussanak, hanem különbözőleg csavarodó keringő pályát írnak le, melyet majd csupán az jelez, hogy az elnyelt testek a pálya mentében az emésztésnek egymást követő különböző stadiumán vannak, majd ismét a bélplasmának élénkebb, majd lassúbb, de szakadatlan keringő áramlása, mint péld. a *Paramecium Bursariánál*, *Vorticellaféléknél* stb.

Ezen sajátságos keringést, mint fennebb említém, a legtöbb búvár, SIEBOLD-ot követve, a Characeák sejtjeiben s egyéb növénysejtékben észlelhető protoplazma-keringéssel tartja azonosnak; egyes búvárok

¹ Phil. Transact. 1677. Nr. 133. Vol. XI. p. 827. v. ö. EHRENBURG, 521.

azonban egészen másképen igyekeztek értelmezni. CLAPARÈDE és LACHMANN, kiknek felfogásába a plasmaáramlás természetesen nem illik belé, jellemzően jegyzik meg, hogy e két tünetben, t. i. a Chara-sejtek s a *Paramecium* belsejében való keringésben csakis az a közös, hogy egyiket sem vagyunk képesek ez idő szerint kielégítő módon megmagyarázni.¹ — A nevezett bűvárok különben COHN-t² követve, a *Paramecium* keringését testűri keringésnek tekintik, s valószínűnek tartják, hogy a testűrt bélelő, de parányiságuk miatt közvetlenül nem látható csillószőrös hámsejtek tartják a chymust áramlásban.³ CARTER ezen hipotétikus csillószőrös hámsejteket, melyeket azóta senki sem látott, plane le is írta.⁴ BERGMANN és LEUCKART az elnyelt táplálékok keringő mozgásainak magyarázatát a test parenchymájának változtatva történő összehúzódaibaiban keresi.⁵ STEIN végre, mint már fennebb előadtam, mindezekről eltérő magyarázatát adja az áramlásnak, s okát abban keresi, hogy a garaton át behabart táplálékáram hozza keringésbe s tartja keringésben a bélplasmát. Bármennyire kielégítőnek lássék is ezen magyarázat a garattal ellátott csillószőrös ázalékállatkákra nézve, könnyen belátható, hogy a tünetényt még sem képes teljesen megmagyarázni; mert áramlás a szájnélküli *Acinetafélék* plasmájában is észlelhető, a *gyökérlábúak* élénk plasmaáramlására pedig ezen magyarázat teljességgel nem alkalmazható.

A *Flagellátok*, melyeknél EHRENBERG az egy vagy több ostor alapján sejtette a szájnilyilást, újabb vizsgálatok szerint, az EHRENBERG-től megjelelt helyen csakugyan el vannak látva szájjal, miként azt CLAPARÈDE és LACHMANN, STEIN, CARTER, JAMES-CLARK, FROMENTEL s BÜTSCHLI vizsgálatai egyaránt megerősítik. Vélemény-eltérés csupán arra nézve lehet, vajjon a *levélzölddel* áthasonító *Flagellátoknak* is van-e szájuk. Ezen kérdéssel fennebb a lüktető üröcskék tárgyalásánál már tüzetesen foglalkoztam s az ott előadottaknak csupán azon lényegét akarom ismételni, hogy a két ostorvégi üröcske közül csupán az egyik felel meg a lüktető üröcskének, míg a másik a csillószőrös ázalékállatkák számos képviselőjénél előforduló, általam *nyel-*

deklő üröcskének nevezettel azonos, mely némelyeknél, nevezetesen az *Euglenáknál* már régóta ismert jól kifejlődött kúrtalakú garaton át veszi fel a vizet: a tiszta vagy módosult levélzöldet tartalmazó *Flagellátok* ugyanis nem esznek, hanem csak vizet nyelnek el. A *levélzöld nélküli Flagellátok* egy részénél a csupán nyíláskor kivethető, finom garat gyakran szintén nyeldeklő üröcskébe vezet. Ily nyelő készüléket ismert fel STEIN a *Menoidium pellucidum*-nál, *Atracanam teres*-nél s a *Phialonema cyclostomum*-nál.¹ Az *evő Flagellátok* másik csoportjánál a szájnilyiláson betüremelő, finom, csillószőröket soha sem viselő cuticulával borított tágabb, majd egyenes, majd kúrtszerűleg csavarodott garat közvetlenül a bélplasmába vezet. Ilyen garat jellemzi a STEIN-től a *Cryptomonas*-, *Astasia*- és *Scytomonasfélék* családjába foglalt *Flagellátokat*.

Az *alfelyilyilásnak*, mely aránylag kevés *Flagellátánál* ismeretes, helye úgy látszik ép úgy változik, mint a csillószőrös ázalékállatkáknál, így például az *Astasiaféléknél* az alfel a test hátsó végén, a *Monasféléknél* oldalt a test közepe táján, vagy ezen alul nyílik.

Állandó szájnilyilással vannak még ellátva a vég-lények között a *Noctilucák*, melyeknek szájszerkezetét illetőleg legyen elég a fennebb előadottakra² utalnom.

Hogy azon *gyökérlábúaknál*, melyeknél kéregplasma elkülönülve nincsen, így a *Polythalamiumoknál*, *Heliozomoknál* stb. a testfelület minden pontja egyaránt alkalmas a táplálék felvételére, nem szenved semmi kétséget. Vannak azonban mind a sugaras, mind a karéjos állabakat bocsátó gyökérlábúak között olyanok is, melyeket tömöttebb összeállású nem szemecskés kéregplasma határol, — ilyenek pl. az *Euglyphák*, az *Arcellák*, *Diffugiák*, *Amoebák*, — s ezeknél a priori nem látszik egészen lehetetlennek CLAPARÈDE és LACHMANN azon gyanításképen kifejezett véleménye,³ melyet újabb időben FROMENTEL teljesen magáévá tett,⁴ hogy a kéregplasmán egy állandó szájnilyilás van, mely csak a nyelés pillanatában nyílik meg, hogy nyomban ismét teljesen elzáródjék. Közvetlen észleletek azonban ezen gyanítást épen nem erősítik meg; az *Amoebák* nyelési aktusa legalább a legpontosabb megfigyelésnél is azon beha-

¹ I. p. 37.

² Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Infusorien. ZWZ. III. (1851) 265.

³ I. 39.

⁴ Clap. et Lachm. u. o.

⁵ Anat. physiolog. Uebersicht des Thierreichs. Stuttgart. (1855) 184.

¹ III. Taf. XXIII. fig. 30—48.

² V. ö. 46.

³ I. 2. 418.

⁴ 220.

tást teszi, mintha az alakját folytonosan változtató protoplazmatest táplálékára magát mintegy ráöntené s mintha a kéregplasma bármely pontján képes lenne megnyitni s a benyelt táplálék felett ismét összefolyni. Az egyenylású tokot lakó gyökérlábúak, melyek testüknek egy bizonyos pontján veszik fel táplálékokat, az alakjukat folytonosan változtató *Amoebák*-nál mindenestre sokkal alkalmasabbak lennének a száj kimutatására, állandó szájnilyást azonban ezeknél sem lehetett konstatálni.

Levélzöld-testecskék s egyéb festőanyagok.

Minthogy a véglényeknél előforduló *festőanyagok* felfogásom szerint a legszorosabb viszonyban állanak a véglények táplálkozásával, legegyszerűbbnek tartom azokat ezen a helyen tárgyalni.

A festőanyagok között élettani jelentőségénél fogva a legelső hely a *levélzöldet* illeti, mely részint mint tiszta smaragd zöld, *szoros értelemben vett levélzöld* (*chlorophyll*), részint pedig *phycoocyánnal*, *phycoxanthinnal* és *phycoerythrinnal* keveredve, mint *kékeszöld* (*phycochrom*), *bőrszínű* (*diatomin*) és *vérpiros* (*rhodophyll*) festőanyag a véglényeknél igen el van terjedve.

Tiszta vagy módosult levélzöld tartalmukkal különösen kitűnnek a moszatokkal oly szorosan összekapcsolt *Flagellátok*, melyek közt azon 15 család képviselői közül, melyeket STEIN az állatország tagjainak tekint, a *Dinobryum*-, *Chrysomonas*-, *Volvox*-, *Hydromorium*-, *Chloropeltis*- és *Euglena*-félék valamennyien, a *Chlamydomonas*- és *Cryptomonas*-féléknek pedig egy része tiszta vagy módosult levélzöldet tartalmaz s a növények módjára hasonlít. Ugyanez áll a *Cilioflagellátok* legnagyobb részéről is. A levélzöld ezen *Flagellátok* legnagyobb részénél az egész sejtet színezi, legfeljebb az ostorvég szintelen, épen mint a moszatok rajzóspóráinál, vagy kisebb-nagyobb területen a farkvég is szintelen, így nevezetesen a *Chloropeltis*- és *Euglena*-féléknél. Ritkábban képez a levélzöld két oldalt lefutó szalagot, mint pl. a *Dinobryum*-féléknél s a *Chrysomonas*- és *Cryptomonas*-félék egy részénél; még ritkábban gömbölyüded, kezen lapított, vagy tojásdad testecskéket, mint pl. némely *Chloropeltis*- és *Euglena*-félének smaragd zöld levélzöldje; vagy végre szabálytalan alakú, karéjos körvonalú testecskéket, mint némely *Peridinium*-félének bőrszínű festőanyaga.

A *Flagellátokon* kívül még számos *csillósörös ázalekállatka* és *gyökérlábú* is tartalmaz levélzöldet,

mely azonban sohasem színezi egyaránt a protoplazmát, hanem gömbölyüded, néha kissé lapított, korongalakú, élesen körülírt testecskék alakjában fordul elő.

A csillósörös ázalekállatkák között levélzöld tartalmukkal kitűnnek a következők: *Vorticella Campanula*, *Epistylis plicatilis*, *Ophrydium versatile*, *Vaginicola crystallina*, *Stichotricha secunda*, *Euplotes Charon*, *E. Patella*, *Spirostomum ambiguum*, *Climacostomum virens*, *Stentor polymorphus*, *St. igneus*, *Bursaria chlorostigma*, *Cyrtostomum leucas*, *Paramecium Bursaria*, *Coleps hirtus*, *Loxodes Rostrum*, *Amphileptus longicollis*, *Holophrya Ovum*, *Enchelys gigas*. Ezen sorozatból látható, hogy a levélzöld-testecskék jelenléte az ázalekállatkáknak nem egy bizonyos csoportját jellemzi, hanem hogy a legkülönbözőbb családokban fordulnak elő levélzöld-testecskéket tartalmazók. A levélzöld-testecskék különben ugyanazon fajnál sem fordulnak elő állandóan, és STEIN bizonyára jogosan állítja, hogy két ázalekállatka, mely csupán a levélzöld jelenléte vagy hiánya által tér el egymástól, ugyanazon fajhoz tartozónak tekintendő.¹ Így pl. az EHRENBURG-tól a levélzöld-testecskék jelenlétére alapított *Bursaria vernalis*, *Coleps viridis* és *Vorticella chlorostigma* bizonyára nem egyéb, mint a *Bursaria* (*Cyrtostomum Stein*, *Frontania Clap. et Lachm.*) *leucas*nak, *Coleps hirtus*nak és *Vorticella Campanulának* levélzöld testecskéket tartalmazó változata,* a *Stentor Muelleriben* pedig a

¹ I. 65.

* STEIN monográfiájának harmadik részében (28.) mellesleg felemlíti, hogy a *Vorticella chlorostigma*, mely kizárólag csak tözegecs mocsárokból él, önálló faj; én ezen *Vorticellát* a Kolozsvár körüli tözegecs mocsárokból igen jól ismerem s összehasonlítván a nagyobb állóvizekben élő azon *Vorticella*-fajjal, melyet én EHRENBURG V. *Campanulájával* (Die Infusionsthierchen. Taf. XXV. fig. IV.) tartok azonosnak, meggyőződtem, hogy a levélzöld-testecskéket nem tekintve, a két *Vorticella*-faj között különbség egyáltalában nincs, s azért legkevésbé sem habozhatom ezen két *Vorticellát*, mint azt már egy alkalommal tettem (Az alsóbb-rangú állatoknál előforduló levélzöld-testecskék természetéről. Kolozsvári Orvos-természettudományi értesítő. 1876. febr. 25-én tartott szakülés.), egy fajba egyesíteni. Hogy ezen faj csakugyan azonos-e a szerzők V. *Campanulájával*, ezt ez idő szerint, midőn a *Vorticella*-nem fajainak meghatározásánál kizárólag EHRENBURG-nek sok tekintetben hiányos leírására vagyunk utalva, a *Vorticella*-fajok pontos revíziójáig véglegesen eldönteni nem lehet; e miatt azonban azon tényállás, hogy, mint más levélzöldet tartalmazó ázalekállatkáknak, úgy a *Vorticella chlorostigmának* is megvan levélzöldnélküli változata, mit sem veszít értékéből.

*Stentor polymorphus*nak levélzöld nélküli alakját kell felismernünk. Míg bizonyos ázalékállatoknak rendszeren levélzöld-testecskéket tartalmaznak, addig másokról épen az ellenkező áll; az előbbiekhöz tartozik pl. a *Paramecium Bursaria*, az utóbbiakhoz a *Coleps hirtus*, *Loxodes Rostrum* stb. Ismét más ázalékállatok ép oly gyakoriak levélzöld-testecskéekkel, mint ezek nélkül, ilyen pl. az *Euplotes Patella* és *Vaginicola crystallina*; ugyanazon lelőhelyen azonban s ugyanazon időben rendszeren csak egyik változat fordul elő, sőt bizonyos lelőhelyeken állandóan csak az egyik. Így pl. én az *Ophrydium versatile*t Kolozsvár körül állandóan levélzöld-testecskék nélkül találtam, míg Európa nyugati részeiből csupán levélzöld-testecskéekkel tömött *Ophrydium versatile*ről tesznek említést.* A tözeges, zsombékos területek különösen gazdagok levélzöldet tartalmazó ázalékállatokban; ily területek kisebb-nagyobb pocolyáiban s mocsáraitban *Desmidium*-, *Palmella*-, *Volvox*félék, ritkább *Chloropeltis*-, *Euglena*-, *Peridinium*-fajok és *Heliozoum*ok társaságában, mindazon ázalékállatok, melyekben levélzöld-testecskék egyáltalában elő szoktak fordulni, levélzöld-testecskéket tartalmaznak.

A gyökérlábúak között számos *Heliozoum* tartalmaz levélzöld-testecskéket, így pl. az *Acanthocystis turfacca* és *A. aculeata*, melyek mindketten levélzöld-testecskék nélkül is előfordulnak; továbbá még a *Ciliophrys infusionum* s némely *Amobák* is tartalmaznak gyakran levélzöldet.

Mindezen véglényeknél a levélzöld-testecskék a protoplazma-test felületés rétegébe vannak ágyazva, az ázalékállatoknál a kéregplasmának azon szintjébe, mely a bélplasmába megy át, s innét a bélplasmába is benyomulhatnak, melynek áramlása, mint ez a *Paramecium Bursariánál* régóta ismeretes, a testecskéket magával ragadja.

Vajjon mily természetűek ezen zöld testecskék s mily élettani feladatra szolgálnak azon véglényeknél,

* Én a Kolozsvár körül előforduló levélzöldnélküli *Ophrydium*ról, melyet több év óta ismerek, már 1876-ban tettem említést (Kolozsvári Orvos term. tud. ért. 1876. febr. 25.), azonban csak a következő évben közölte WRZESNIEWSKI, kinek az én magyar nyelven tett feljegyzésemről természetesen semmi tudomása sem lehetett, a tudományos világgal, hogy az *Ophrydium versatile*nek, mely eddigelé csupán levélzöldet tartalmazó alakjában volt ismeretes, Varsó körül felfedezte levélzöldnélküli változatát, az *O. hyalinum*ot (Beiträge zur Naturgesch. der Infusorien. ZWZ. XXIX (1877) 298.

melyek szilárd táplálékot vesznek fel s nem a növények módjára hasonítanak át?

Hogy a szóban forgó testecskék nem peték, miknek EHRENBERG tartotta, ez mainap minden kétség felett áll. SIEBOLD adott először azon valószínűségnek kifejezést, hogy az ázalékállatok, nem különben a *Hydra viridis* s némely örvénykének az ázalékállatokéval teljesen megegyező zöld testecskéi, ugyanazon festőanyagtól nyerik színeket, mely a növényországban annyira el van terjedve, t. i. a levélzöldtől.¹ COHN mutatta ki azután mikrochemiai reágensek alkalmazásával, hogy a *Paramecium Bursariának* zöld testecskéi csakugyan levélzöldet tartalmaznak s azonosak a növények levélzöld-testecskéivel.² COHN-nal egyidejűleg, de tőle egészen függetlenül SCHULTZE MIKSA hasonlóképen kimutatta, hogy az örvényké (Vortex viridis, Mesostomum viridatum) zöld testecskéit, melyek mindenben megegyeznek a *Hydra viridis*nek s az ázalékállatoknak gömbölyű testecskéivel, a növények levélzöldjével azonos festőanyag színezi.³ — COHN végre egy későbbi dolgozatában alkalmilag felemlíti, hogy 1867-ben dr. SCHRÖTER-rel végzett vizsgálatai alatt meggyőződött, hogy az *Ophrydium versatile* borszeszes festőanyag kivonatának színe semmiben sem különbözik a növények levélzöldétől.⁴ Ezek után mai nap véglegesen eldöntöttnek kell tartanunk, hogy az ázalékállatoknak, valamint a *Hydra viridis*nek s némely örvénykének zöld testecskéit csakugyan levélzöld színezi.*

¹ Ueber einzellige Pflanzen und Thiere. ZWZ. I. (1849) 274.

² Beiträge zur Entwicklungsgesch. der Infusorien. ZWZ. III. (1851) 264.

³ Beiträge zur Naturgesch. der Turbellarien. Greifswald. 1851. p. 16.

⁴ Ueber parasitische Algen. Beiträge zur Biologie der Pflanzen. II. H. Breslau. 1872. p. 88.

* A metazoumok között az ázalékállatokéval teljesen megegyező levélzöld-testecskék nagy elterjedésben fordulnak elő az örvénykéknél. SCHULTZE ugyan határozottan kiemeli, hogy a Vortex viridisén kívül csupán csak még a Mesostomum viridatum (= Typhloplana viridata O. SCHM.) tartalmaz levélzöld-testecskéket, azonban már SCHMIDT OSZKÁR is ismert egy harmadik zöld örvénykét (Hypostomum viride O. SCHM.), melyről megjegyzi, hogy szép füzöld színe nem finoman elosztott festő anyagtól, hanem, mint bizonyos ázalékállatoknál, nagyobb zöld gömböcskéktől származik (Die rhabdocoelen Strudelwürmer des süßen Wassers. Jena. 1848. p. 30.) SCHMARD Auckland mellett Új-Seelandban talált egy egészen zöld Turbellariát (Chanestomum crenu-

Ezen tényállás bebizonyítása által azonban a fennebb felvetett kérdések megoldva még épen nincsenek; ennek megkísértésére lássuk mindenekelőtt ezen levélzöld-testecskéknél finomabb szervezetét.

SCHULTZE vizsgálatai szerint a Vortex viridis levélzöld-testecskéi, melyekkel az ázalékállatoknál előfordulók teljesen megegyeznek, majd egyenként sűrűn szétszórótt, majd csoportokba egyesült 0.0005 — $0.004''$ átmérőjű, finom hártya borította testecskék; festőanyaguk a tiszta levélzöld reakcióját mutatja; belsejükben mintegy 0.0003 — $0.0005''$ szintelen gömbölyű magot rejtenek, mely majd közepett, majd oldalt van elhelyezve; szaporodásuk osztás által történik, miközben 1 — 4 befűződés által ugyanannyi fiók-gömböcskére esnek szét, melyek az anyatestecskének nagyságát elérve, ismét oszlanak.¹

BALBIANI szerint a *Stentor polymorphus* levélzöld-testecskéi egészen a növénysejtek levélzöld-testecskéi módjára oszlanak 2 — 3 — 4 részre. Rajzain a burok nincs feltüntetve.²

latum SCHM.) s rajza után ítélve, az új-dél-walesi Vortex trigonoglena is tartalmaz szétszórótt levélzöld-testecskéket (Neue Turbellarien, Rotatorien und Anneliden beobachtet und gesammelt auf einer Reise um die Erde. 1853 bis 1857. Leipzig. 1859. p. 4. Taf. I. fig. 13. és p. 6. Taf. I. fig. 6.). T. barátom, PARÁDI KÁLMÁN, ki több év óta foglalkozik a Kolozsvár körül előforduló örvénykék tanulmányozásával, szíves volt velem közölni, hogy a fentebbieken kívül levélzöld-testecskéket még a Vortex truncatus, Derostomum unipunctatum, D. Schmidtianum s egy valószínűleg egészen új Derostomum-faj is tartalmaz. GEDDES továbbá igen érdekes adatokat közölt újabb időben a bretagnei partokon élő levélzöldet tartalmazó Planariákról, melyek, mint a növények, a levegő szénsavát szétbontják, élelmet választanak ki és sötétben elhalnak. (V. ö. Kosmos. Zeitschr. f. einheitliche Weltanschauung. III. Jahrg. 1879. p. 216.)

Az örvénykéken s a zöld Hydrán kívül levélzöld-testecskék fordulnak még elő az édesvízi spongillában (SORBY, Quatr. Journ. microsc. sc. 1875. Vol. XV. p. 47. v. ö. SEMPER, Die natürl. Existenzbedingungen der Thiere. I. Th. Leipzig. 1880. p. 257.)

Vajjon a Bonellia viridis, melyet a levélzöldet tartalmazó állatok sorában szoktak felemlíteni, csakugyan levélzöldnek köszöni-e színét, azt egyelőre eldöntetlennek kell tartanunk; SCHENK ugyanis azt állítja, hogy ezen Gephyra-félének festőanyaga csakugyan levélzöld (Sitzungsber. der kais. Akad. Wien. 1875. B. 77.), SORBY-t ellenben igen alapos vizsgálatai épen az ellenkező felfogásra, t. i. arra vezették, hogy a Bonellia festőanyaga a levélzöldtől lényegesen különbözik (v. ö. Semper, id. h.).

¹ Id. m. és h.

² V. ö. CLAUDE-BERNARD, Leçons sur les phénomènes

én a véglények levélzöld-testecskéit, melyek az állati módon táplálkozó véglényekre nézve ép oly idegenszerűek, mint a szövetekből összetett állatokra, hosszasan tanulmányoztam s tanulmányaimnak e tárgyra vonatkozó eredményét már ezelőtt négy évvel kivonatossan közzé is tettem.¹

Az ázalékállatok s gyökérlábúak levélzöld-testecskéi (nem különben a Hydra viridis és az örvénykék testecskéi is), vizsgálataim szerint, mintegy 0.004 — 0.01 mm. nagyságú gömbölyű, ha szorosan egymás mellett állanak gyakran sokszögletes, ritkán tojásdad, néha (pl. az *Euplotes Patellánál*) lapított korongalakú testecskék, melyek gyakran szerfelett finom, a testecskéket közvetlenül megfekvős nehezen kivehető, máskor ismét meglehetősen vastag, víztiszta, kocsonyás burok által vannak körülzárva, épen úgy, mint számos Palmellafélének sejtjei. A gömböcskének többnyire egész állománya tiszta smaragd zöld, a nagyobbaknál azonban gyakran megkülönböztethető a zöld kéregrétegen belül egy szintelen, szemecskés plasmagömb, a *mag*; csaknem állandóan megkülönböztethető továbbá egy majd igen élesen körülírt, majd, reagensek nélkül, csupán erősebb fénye által kitűnő, többnyire oldalt álló gömböcske. Ez azon gömböcske, melyről SCHULTZE is említést tesz s mely kétségtől azonos a moszatoknál s több *Flagellatánál* annyira elterjedt ú. n. levélzöld hólyagocskával (*Chlorophyllbläschen* NAEGELI), keményítő maggal (*Amylumkern* DE BARY), keményítő gömböcskével (*Stärke-kugel* STEIN). A duzzadt burkot s a levélzöld-hólyagocskát SCHULTZE-n kívül GREEFF is felismerte az *Acanthocystis turfaccának* levélzöld-testecskéin.² Nagyobb levélzöld-testecskék még gyakran néhány erősen fénytörő, szintelen, szilárd szemecskét tartalmaznak, melyek egészen a keményítő-testecskékhez hasonlítanak; jó hozzáadására azonban nem kékülnek meg, s nyilván azonosak az *Euglena*- és *Chloropeltisfélék paramylumjával*. A *Stentor igneusnak* aránylag igen nagy levélzöld-testecskéi kisebb-nagyobb mennyiségben egészen olyan ametiszt színű vagy vérpirosba hajló szemecskéket tartalmaznak, mint némely moszatsejtek, nevezetesen a Cosmariumok. Ugyanily sze-

de la vie communs aux animaux et aux végétaux. Paris. (1878) 212. Pl. fig. 1. A. B.

¹ Az alsóbb rangú állatoknál előforduló levélzöld-testecskék természetéről. Kolozsv. Orv.-term. tud. értesítő 1876. febr. 25.

² Ueber Radiolarien und Radiolarien-artige Rhizopoden des süßen Wassers. AN. V. Taf. 26, fig. 10.

mecskék nagy mennyiségben szabadon is fordulnak elő a *Stentor igneus* kéregplasmájában, melyek ennek sajátságos vöröses ametiszt szint kölcsönöznek, s mivel ezen szemecskékkel egészen telezsufolódott levélzöld-gömböcskéket gyakran szétesésben lehet találni, alig férhet kétség hozzá, hogy a *Stentor igneus* színét kölcsönző szemecskék a — levélzöld-testecskék termékei. A *Stentorok* levélzöld-testecskéin végre erős nagyítás s éles világításnál végzett megfigyelésénél néha még két világos foltot lehetett megkülönböztetnem, melyek mint a lüktető szemecskék váltogatva megjelentek s ismét elenyésztek, s melyeket valószínűleg BALBIANI is látott s világos kerek foltoknak rajzolt. A testecskék szaporodása, miként SCHULTZE és BALBIANI leírta, oszlás útján történik; még pedig majd egymás után oszlanak 2—4 részre, majd egyszerre lép fel 4, de még sokkal gyakrabban 3, a testecskék középpontján találkozó osztó sík, s az ilyen módon létrejövő 3-as oszlási csoportok a leggyakoribbak.

Az előadottakból látható, hogy a véglények levélzöld-testecskéi több részlet által eltérnek a növények levélzöld-testecskéitől, ellenben nagyon megegyeznek a Pallmellaceákhoz tartozó egysejtű moszatokkal, s méltán ébredhet azon sejtetem, hogy voltaképen nem is tartoznak az illető véglényekhez, hanem külön, önálló szervezetek, melyek az illető véglények kéregrétegébe (illetőleg bizonyos állatok entodermájába vagy mesodermájába) csupán befészkeltek magukat, teszem REINKE, JANCZEWSKI, COHN, KNY, STRASBURGER, REINSCH és SCHULZE E. F. vizsgálatai szerint, a számos Palmellacea, Zoosporea, Floridea és Phycochromacea különböző növények és szivacsok szöveteibe.

Ezen feltevés helyességének nagy valószínűsége mellett szól a *Radiolárok* ú. n. sárga sejtjeinek CIENKOWSKI-től felismert természete, mely sejtekkel GREEFF és mások, felfogásom szerint, annál jogosabban tekintik a *Heliozoum*ok zöld testecskéit homologoknak, minthogy némely *Heliozoum*, pl. az *Acanthocystis spiniferának*² testecskéit nem zöld, hanem sárga festőanyag színezi. — Ezen sárga sejtek, melyek

tudvalevőleg bizonyos *Radiolárok* tokonkíviüli sarcodéjába vannak ágyazva, meglehetősen vastag, szintelen burokkal körülzárt mintegy 0·005—0·025 mm. nagyságot elérő, gömbölyüded vagy tojásdad, sárgásbarna festőanyaggal színezett testek, jól kifejtett maggal s gyakran néhány keményítőszemecskével.

Szaporodásuk, mint már MÜLLER JÁNOS is ismerte, oszlás útján történik. CIENKOWSKI azon észleletére támaszkodva, hogy a *Sphaerouzoum*ok sárga sejtjei a *Radiolár* elhalta után vastag, kocsonyás burokkal veszik magokat körül, melyet egy idei pihenés után ismét elhagynak s azután oszlás útján szaporodnak s szabadon tovább élnek, bizonyára jogosan alapította azon, már fennebb előadott felfogását, hogy a sárga sejtek a *Radiolárok* szervezetének kiegészítő részei nem lehetnek, hanem önálló, egysejtű szervezetek.¹ HERTWIG RICHARD, ki CIENKOWSKI felfogását előbb határozottan elvetette,² csakhamar feleje kezdett hajlani,³ míg legújában egész határozottsággal magáévá tette azt, még pedig azon vizsgálatok alapján,⁴ hogy a *Radiolárok* sárga sejtjeivel teljesen megegyező szervezetű barna-sárga, vagy sárga-zöld sejtek egészen állandóan előfordulnak bizonyos Actiniák (*Anthea Cereus*, *A. cinerea*, *Adamsia diaphana*, *Actinia aurantiaca*) entodermjének sejtjeiben, míg másokban egészen hiányoznak; vagy csak szórványosan fordulnak elő. «Tekintetbe véve a kimutatott előfordulási módot,— mondja a két HERTWIG,⁵ — kevés látszik a mellett szólni, hogy a sárga sejtek az Actiniák szövetének normalis alkatrészei. Hogyan lehetne különben, hogy egyes fajoknál az egész entodermben el vannak terjedve, más közel rokon fajoknál egészen hiányoznak, vagy a mi még kevésbbé magyarázható meg, csak egészen sporadikusan találhatók. Ellenben oly jelenségek ezek, melyek élősdű szervezetek elterjedésénél a rendes megfigyelések közé tartoznak. Közel rokon állatfajok közül egyesek tudvalevőleg kedvező tanyát szolgáltatnak idegen betolakodók számára, míg mások ismét csekélyszerű s nehezen megállapítható okokból immunitással vannak ellenökben felruházva». Hogy az Actiniák sárga sejtjei egészen önálló szervezetek, e mellett szól továbbá még azon

¹ V. ö. COHN, Ueber parasitische Algen. Beiträge z. Biologie der Pflanzen. II. H. Breslau (1872) 87. REINSCH Beobach. üb. entophyten u. entozoische Pflanzenparasiten. Bot. Zeit. 1879. No. 2—3. REINKE, Zwei parasitische Algen. Bot. Zeit. 1879. No. 30. F. E. SCHULZE. Untersuch. üb. den Bau und die Entwickl. der Spongien. ZWZ. XXXII. (1878) 147.

² GREEFF. Ueber Radiolarien etc. AMA. V. (1869) 493

¹ Ueber Schwärmerbildung bei Radiolarien. AMA. VII. 1871.

² Zur Histologie der Radiolarien. Leipzig. (1876) 19.

³ Der Organismus der Radiolarien. Jena. (1879) 118.

⁴ OSCAR und RICHARD HERTWIG, Die Actinien anatomisch und histologisch untersucht. Jena. (1879) 39—44.

⁵ Id. m. 42

körülmény, hogy nagy mennyiségben előfordulnak az Actiniáktól kiválasztott nyálkában, melynek foszlányaiban tovább élnek és szaporodnak. Ezen észleletekre támaszkodva HERTWIG, előbbi felfogását elhagyva, jogosan kimondhatta, hogy az oly különböző lényeknek, Radiolárok- és Actiniáknak látszólag szervezetéhez tartozó sárga sejtek, betolakodott önálló szervezetek, azaz: az élősdiséget tágabb értelemben használva, egysejtű élősvi lények.

Ha ezek szerint véglegesen eldöntött ténynek tartjuk azt, hogy az Actiniák entodermjében s a Radiolárok tokon kívüli sarcodéjában előforduló sárga sejtek önálló, külön szervezetek: vajjon a priori nem bir-e a legnagyobb valószínűséggel azon feltevés, hogy a zöld Hydrának entoderm-sejtjeiben, a Heliozoumok protoplazma-testének külső rétegében s a különböző ázalékállatkák kéregrétegében, valamint az örvénykék mesodermjében előforduló zöld gömbök, melyeket a Heliozoumok egyes bűvárai a sárga sejtekkel homologoknak tartanak, szintén önálló szervezetek, egysejtű moszatok, s nem tartoznak az illető véglénynek vagy állatnak szervezetéhez? Hiszen ezen ú. n. levélzöld-testecskék, szervezeti viszonyait tekintve, megegyeznek a Palmella-félékkel, nevezetesen ama a Chlorococcum infusionummal valószínűleg azonos Palmella-félével, mely REINSCH vizsgálatai szerint¹ gyakran található a Sphagnum latifolium leveleinek sejtjeiben, s miként észleleteim szerint hozzá tehetem, a Rhaphidium-, Leptothrix-, Anabaena- és Nostoc-fajokkal együtt a legkülönbözőbb vízi növények (pl. Potamogetan, Lemna, Chara) szöveti elemeiben.

A mi mellett már a priori a legnagyobb valószínűség szól, azt a zöld testecskéknek a véglény testén kívül való tenyésztésére irányuló kísérleteim minden kétség fölé emelték. Ezen kísérleteknél a pusztá szemmel is jól látható Stentor polymorphust használtam, melynek több egyénét finom gerelylyel széttéptem s tiszta forrásvizet tartalmazó óraüvegben nedves kamrába tettem s napról-napra vizsgálván, meggyőződtem, hogy a zöld testecskék a Stentorok szétroncsolt czafataiban tovább élnek és szaporodnak. Az észlelés első napjaiban a szétszakgatott Stentorokon természetesen baktériumok jelennek meg, melyek a zöld testecskék nagy részét elpusztítják, ha azonban a vizet időről-időre óvatosan leöntjük s frissel cserél-

jük fel, a baktérium-epidemia ismét megszűnik s a zöld gömbök üde zöld színüket megtartva, szaporodnak, növekednek s belőlük különböző egysejtű Palmellaceák: Scenedesmus- (Rhaphidium-), Palmella-, Chlorococcum-fajok, Chlamydomonasok és Euglenák fejlődnek, sőt egyes gömbök még csírázásnak is indulnak és Stygeoclonium-fonalakká nőnek ki.

Ezen kísérlet kettőt bizonyít; először azt, hogy az ú. n. levélzöld-testecskék önálló szervezetek, melyek nem tartoznak a véglény szervezetéhez s azért ezeket ezentúl *állevélzöld-testecskéknek* akarom nevezni; másodszor pedig azt, hogy különböző moszatok és zöld Flagellátok képesek az ázalékállatkák plasmájában a Palmella-félék bélyegeivel bíró igen apró gömböcskék alakjában tenyészni, mi teljes összhangzásban áll CIENKOWSKI-nak azon állításával, hogy igen valószínű, hogy a Palmellaceák nagy része más moszatoknak csupán egyik tenyésztési alakját képviseli.¹

Az állevélzöld-testecskéknek faj szerint meghatározható moszatokká való átalakulását különben már az élő ázalékállatkákban is lehet észlelni. Legalkalmasabb erre ismét a *Stentor polymorphus*, melynél, ha hosszabb ideig tartatik oly vízben, mely időről időre nem újítatik meg, a zöld gömböcskék átalakulnak, s az ily Stentorok lassankint az említett moszatoknak, Flagellátoknak s egy-két sejből álló satnya maszatfonaloknak valószínűs élő gyűjteménytüraivá válnak s a kéregplasmából lassanként bele nyomódnak a bélplasmába, a hol megemésztetnek, s a zöld Stentorok végre egészen színtelenekké válhatnak. Az sem ritka eset, hogy egyes ily megváltozott «levélzöld-testecskék» a Stentor vízedényébe nyomódnak, s azon vígan uszkáló két Euglena, melyet STEIN egy Stentor vízedényében ábrázol,² nehezen jutott a bélplasmából a vízedénybe, miként STEIN véli, hanem nyilván a kéregplasmában fejlődött s innen nyomult a vízedénybe.

Az ázalékállatkák zöld testecskéi természetének felismerésére igen tanulságos tárgyat képez a *Stichotricha secunda* is. Ezen ázalékállatkának azon példányai, melyek tözeges pocsolyákban gyakran töménytelen mennyiségben találhatók, sűrűn álló s egészen egyforma zöld gömböcskéket tartalmaznak, míg a nagyobb álló vizekben élő példányok vagy színtele-

¹ Bot. Zeitg. 1879. Nr. 2. p. 24.

¹ Ueber Palmellen-Zustand bei Stygeoclonium. Bot. Zeit. 1876. Nr. 2. u. 5. p. 70.

² II. Taf. V. fig. 2. X—X.

nek, vagy csak egyes kisebb-nagyobb zöldtestecskéket tartalmaznak, melyek között egyes Scenedesmus csoportok s egyéb Palmella-félék jól felismerhetők. Ugyanezt találtam egy örvénykénél, a Vortex truncatusnál is, mely mesodermjében többnyire gyéren elszórt, részint a növények levélzöld-testecskéinek nagyságával s alakjával bíró testecskéket, részint jól felismerhető Palmella-féléket tartalmaz.

Némely *Heliozoum*ok zöld, vagy sárga testecskéiket néha önkényt kivetik testökből; ezt tapasztalta GREEFF az *Acanthocystis turfaccánál* s az *A. spiniferánál*,¹ én pedig ehhez saját vizsgálataim után hozzá tehetem, hogy az *Acanthocystis aculeata* betokozódását megelőzőleg állandóan kiveti állvevélzöld-testecskéit, melyek az *Acanthocystis* tüskés kováván belül, — melyet az összehúzódott és betokozódott *Heliozoum* nem tölt ki egészen — Palmellaalakban addig szaporodnak, míg végre a vázat szétrepesztik.

Hogy különben a *Heliozoum*ok zöld testecskéi nem tartoznak a gyökérlábú szervezetéhez, ennek valószínűségét az *Acanthocystis aculeatán* tett észleletekre támaszkodva, már előttem kimondotta HERTWIG R. és LESSER.

«Ha a táplálkozásra szolgáló szervezetek nem színtelenek, — mondják a nevezett bűvárok,² — hanem zöld növényrajzók, ez esetben az áthasonítás folyamata magától érthetőleg egészen hasonló (azaz a leírt) módon történik, csupán azon különbséggel, hogy a szürkés-kék, tojásdad, vagy gömbölyüded testek helyett levélzöld-szemecskék képződnek. Így midőn egy általunk közelebből nem ismert moszatból számtalan rajzospóra búj ki, az addig csaknem színtelen Acanthocystidák rövid idő alatt sűrűn megteltek levélzöld-szemecskéikkel, mialatt a kis rajzók elkábulva, tömegesen megragadtak az állabakon. E szerint jogosan véljük feltehetni, hogy a levélzöld-szemecskéket nem szabad azon *Heliozoum*ok szervezetéhez és létezéséhez szükségkép tartozóknak tekinteni, melyeknél előfordulnak, s hogy a morfológiailag fontos testzáradékok sorozatából kitörlelndők.»

Igen nagy bizonyító erővel szól továbbá a mellett, hogy a *Heliozoum*ok zöld testecskéi nem tartoznak az illető gyökérlábú szervezetéhez, ARCHER-nak azon állítása, hogy a zöld testecskéket kettős ostorral el-

látott rajzók alakjában látta egy zöld *Actinophrys*-féléből előtörni.¹

A mit HERTWIG R. és LESSER a *Heliozoum*ok állvevélzöld testecskéiről állítanak, azt az előadottak alapján úgy hiszem, egészen jogosan általánosíthatam s nem löttem túl a czélon, midőn már ezelőtt négy évvel kimondottam, hogy a csillószőrös ázalékállatkák, gyökérlábúak s egyes alsóbb állatok ú. n. levélzöld-testecskéi nem tartoznak ezeknek szervezeti alkatrészei közé, hanem apró, gömbölyüded sejtek alakjában tenyésző, betolakodott moszatok, s valóban kellemesen lepott meg, hogy SEMPER egy legújabbán megjelent, adatok s eszmékben egyaránt gazdag munkájában, az enyémmel teljesen megegyező felfogásnak adott kifejezést.³

Kérdés már mostan, milyen módon jutnak az állvevélzöld-testecskék a véglénybe s az alsóbb állatok szöveti elemeibe? E kérdésre, legalább a *Heliozoum*okra vonatkozólag, HERTWIG R. és LESSER fennebb idézett szavaikban már megadták a feleletet s én ehhez csak annyit tehetek hozzá, hogy ugyanily módon jutnak a csillószőrös ázalékállatkákba is. Mindazon ázalékállatkák, melyeket állvevélzöld testecskék előfordulása jellemez, vagy mindenevők, vagy olyanok, melyek kiválólag egysejtű moszatokkal és zöld *Flagellátokkal* táplálkoznak, a miből nagy valószínűséggel vonhatjuk azon következtetést, hogy a szájon át vétetnek fel. Hogy csakugyan így áll a dolog, erről direkt észleletek útján is sikerült meggyőződnöm oly ázalékállatkákon, melyek csak ritkán tartalmaznak állvevélzöldtestecskéket. Ilyen pl. a *Coleps hirtus* s az *Enchelys gigas*, melyek közül az utóbbi csak kényszerűségből elégedik meg csillószőrös ázalékállatkák, különösen *Vorticellafélék* helyett zöld *Flagellátokkal* s Palmella-félékkel. Ha ezen ázalékállatkák nagy mennyiségű *Euglenákat*, *Chlamydomonosokat*, s Palmellaféléket nyelnek el, ezek közül egyesek az ázalékállatka bélplasmájából egészen mechanikailag a kéregplasmába nyomtatnak s a megemésztetés veszélyét szerencsésen kikerülve, szaporán egymásra következő oszlás útján állvevélzöld-testecskékre esnek szét, melyek a kéregplasmát tenyésztő helyül elfoglalják.

Igen valószínűnek tartom, hogy vagy közvetlenül, vagy elnyelt zöld ázalékállatkák közvetítése útján, lé-

¹ Id. m. 484 és 493.

² Ueber Rhizopoden und denselben nahe stehende Organismen. AMA. X. Suppl.-Heft. (1874) 203.

¹ Journ. micr. sc. 1870. p. 307. V. ö. LEUCKART: Bericht etc. AN. 38, Jahrg. II. (1872) 343.

² Die natürlichen Existenzbedingungen der Thiere. I. Th. Leipzig. (1880) 87—93.

nyegében tehát ugyan ily módon jutnak az örvénykék s a zöld Hydra is állévlézöld-testecskékhez.

A véglényekben s némely alsóbb állatba befészkelődött levélzöld-testecskék elősdiének kétségkívül nem tarthatók; én a közöttük és vendégszerető gazdájuk közötti viszonyt hasonló érdekközösségen alapuló konzorcziális viszonyoknak tekintem, a minő bizonyos gomba-hypháknak, az ú. n. gonidiumokkal, azaz bizonyos moszatokkal egy szervezetté való szoros összeszővődése útján, miként a mai nap csaknem általánosan elfogadott SCHWENDENER-féle felfogás tanítja, a zúzmóknak (Lichenes) változatos alakú telepeit hozza létre. Ezen felfogást én már többször idézett előadásomban kifejeztem, s kellemesen lepett meg, hogy SEMPER-nél is ugyanezen hasonlattal találkoztam.¹

Ezen annyira különböző szervezetek szövetezésénél, mindkettő tetemes előnyökben részesül: az állévlézöldtestecskék gazdájuk testében nem csupán biztos hajlékot nyernek, hanem a protoplazmatestet, illetőleg a szöveteket átáramló vízben, mely a szintelen gazdának anyagforgalmi bomlási termékeit magába felveszi, gazdag s szakadatlan táplálékforrás áll rendelkezésükre; a zöld zsellérek viszont gazdáik számára folytonosan élenyt fejlesztenek s lakbér fejében ezen nélkülözhetetlen éltető elemmel kedveskednek.

Nem hagyhatom e helyen említés nélkül, hogy azon jelenség, melyet GEDDES a bretagnei partok zöld Planáriáin észlelt, melyek, mint a moszatok rajzospórái, az aquariumnak mindig a világosság felé tekintő oldalát keresik,² legkevésbé sem új; feljegyezte ugyanezt már SCHULTZE M. a Vortex viridisről,³ s hogy az állévlézöld testecskéket tartalmazó véglények szintén a világosságot keresik, ez a véglénybúvárok előtt régóta ismeretes s minden esetre abban leli megfajátását, hogy a létért való küzdelemben azoké az előny, melyek a zöld lakóik végezte élenygyártást lehetőleg elősegítik, mit — mivel a szénsavnak a levélzöld által történő szétbontására s az élenynek szabaddá tételére a fény múlhatatlanul megkívánatik — oly módon érnek el, hogy a fényt igyekeznek felkeresni. Valamint a létért való küzdelem hozta létre a zöld és szintelen szervezeteknek konzorcziális

szövetkezését: úgy ismét a létért való küzdelem az, mely a mindkét félre előnyös szövetség fennállását biztosító életmódi viszonyokat szabályozza.

Bizonyos szenzációt keltett GEDDES vizsgálatainak azon eredménye, hogy a bretagnei partok zöld Planáriái a napfény behatása alatt 43—52% élenyt tartalmazó légbuborékokat választanak ki, sötétben pedig 2—4 nap alatt elhalnak, s e szerint valóban úgy látszik, mintha a világosság behatása alatt, mint a zöld növények «levegőből élnének».¹ Ez azonban minden esetre csak látszat, mert az élenyt szabaddá tevő zöld testecskék bizonyára a bretagnei Planáriáknálsem a főreg szervezetéhez hozzátartozó valódi, hanem állévlézöld-testecskék, s a sötétben való elhalás legfeljebb a mellett szólhat, hogy a szóban forgó Planáriák szervezete annyira alkalmazkodott a szövetein belől véghez menő lélekzéshez, melyre az élenyt a bennök tenyésző állévlézöldtestecskék szolgáltatják, hogy azon esetben, midőn ezek fény hiányában a szénsavat nem bonthatják szét, mint valamely gazdájából kivett elősdi, nyomorultan elvesznek. Ezen sötétben való elhalás okát azonban felfogásom szerint, másképen, sokkal egyszerűbben is lehet magyarázni. Ha ugyanis GEDDES kísérleteinél kevés vízben tartotta Planáriáit sötét helyen, ez esetben, minthogy a vízben elnyelt levegő élenyét kiélték, természetesen el kellett pusztulniok; hasonló körülmények között azonban más Planáriák vagy bármely más, vízből lélekző állatok is megfulnak. A különbség csak abban áll, hogy a zöld Planáriák világos helyen kevés vízben is életben maradhatnak, mert állévlézöld-testecskéik a Planáriáktól kilélekzett szénsavat folytonosan szétbontván, a vizet élenynyel látják el, míg a zöld testecskéket nem tartalmazó Planáriák, vagy más vízi állatok, kevés vízben világos helyen is elpusztulnak, de mint mindenki tudja, kevés vízben is könnyen életben tarthatók, azonban, mint a zöld Planáriák, csak világos helyen, s csakis akkor, ha a vízben velük együtt moszatokat tenyészünk.

Hogy a zöld Planáriák sötétben való elhalásának ezen magyarázata sokkal valószínűbb, e mellett szól azon körülmény, hogy GEDDES szerint a Planáriák sötétben is 2—4 napig éltek; e mellett szól továbbá az, hogy SCHULTZE M. kísérletei szerint a Vortex viridisnek négy héten át sötét helyen tartott s egészen elszíntelenedett egyénei állévlézöld-testecskék nélkül is megéltek², és saját vizsgálataim után állíthatom,

¹ Id. m. p. 91.

² Comptes rendus T. 87. p. 1093. V. ö. Kosmos. 3. Jahrg. 3. H. (1879.) 216. Továbbá Termtud. közl. 11. köt. 121. füz. 1879. p. 357.

³ Beitr. zur Naturgesch. der Turbellarien. Greifswald. (1851) 17.

¹ Kosmos, III. Jahrg. 1879.

² Id. m. id. h.

hogy a véglények is minden veszély nélkül kiállják állevélzöld-testecskéiknek bármely okból bekövetkező elpusztulását, míg a sötétben tartott *Euglenák*, melyeket szervezetükhöz tartozó levélzöld színez, sötétben tartva nagy mennyiségű vízben is elhalnak s baktériumoktól pusztíttatnak el.

A haszon azonban, melyet az állevélzöld-testecskék a véglényeknek nyújtanak, nem egyedül élelfejlesztésre szorítkozik, hanem a lakók gazdáik számára még közvetetlenül táplálékot is szolgáltatnak. A folytonosan szaporodó állevélzöld-testecskék egy része ugyanis egymásután belenyomul az emésztő bélplasmába, s itt, mint valamely közvetetlenül kívülről felvett táplálék, megemésztetik. A *Paramecium Bursa-riáról* régóta ismeretes, hogy állevélzöld-testecskéinek egy része a bélplasmával együtt áramlik s igen könnyen meglehet arról győződni, hogy a bélplasmába jutott testecskék csakugyan meg is emésztetnek. Némely ázalékállatkákat ezen kényelmesen szerzett táplálék teljesen kielégít, kívülről alig vesznek fel szilárd táplálékot s csupán vizet habarnak garatjokon át belsejökbe. Ilyenek nevezetesen a *Paramecium Bursa-ria*, *Vorticella Campanula*- és a *Vaginicola crystallina*-nak zöld egyénei, melyek csak ritkán tartalmaznak idegen záradékokat, ellenben mindig lehet bélplasmájokban az emésztés különböző stádiumán lévő állevélzöld-testecskéket találni. Ezen ázalékállatkáknál az állevélzöld-testecskék egészen azon szerepet játszik a véglény háztartásában, mint a gonidiumok a zuzmókéban: ezek készítik ugyanis vízben oldott szervetlen vegyületekből azon szerves vegyületeket, melyek a zuzmók telepét képező konzoreciumban a szintelen hyphákat, a véglényeknél pedig magát a szintelen protoplazma-testet táplálják.

Azon különböző színű és színárnyalatú festőanyagokról, melyek számos, állati módon táplálkozó véglénynek plasmáját, még pedig leggyakrabban (nevezetesen az ázalékállatkáknál) ennek kéregrétegét, majd egyenletesen, majd szerfelett finom molekuláris szemcsék alakjában színezik, számos esetben közvetetlenül kimutatható, hogy nem az illető véglény saját termékei, hanem a táplálékul szolgáló, tiszta, vagy módosult levélzöldet tartalmazó moszatoktól s *Flagellátok*-tól erednek, melyeknek festőanyaga az emésztés alatt bizonyos színváltozást szenvedvén, az evő véglény plasmájába lerakódik s annak bizonyos szint kölcsönöz. STEIN volt az első, ki egy csillószerűs ázalékállatka, a *Nassula ambigua* festőanyagának a táplálékból való eredetét kimutatta. Ezen ázalékállatkának

testállománya, — mondja STEIN,¹ — eredetileg egészen szintelen, a legtöbb egyénnél azonban a feloldott táplálékoktól többé-kevésbbé sötét rozsdavörösré van színezve, hasonló módon, mint a *Chiladon ornatus*-nál. Ezen állatok tápláléka ugyanis Oscillatoriákból áll, melyeknek gyakran oly hosszú fonalaik nyelik el, hogy testök természetellenesen megnyúlik s szétfeszítetik. Emésztés alatt az Oscillariák szétesnek korongalakú ízekre, melyek előbb rézrozda-zöld, később szennyes kék s végre rozsdabarna színt váltanak, utoljára pedig finoman szétoszló állománnyá oldódnak, mely a test tartalmát egyenletes rozsdavörösré színezi. COHN a *Nassula elegans*-nak különböző színű festőanyagairól, melyek részint a sárgásbarnának, kéknek és ibolyaszínnek különböző árnyalataiban oldva fordulnak elő a bélplasmának emésztő üröcskéiben, s EBRENBURG-tól külön mirigyek által elválasztott epének tartattak, részint pedig a kéregplasmát színezik majd halványabb, majd sötétebb téglavörösré, szintén azt tartja, hogy az elnyelt Oscillariák phykochromjától származnak, mely festőanyagra jellemző, hogy részint már az élő moszatban, részint pedig annak bomlása alatt rézrozda-zöld, indigókék, ibolya, bíbor, olajzöld, barnasárga színárnyalatokba megy át.² A *Nassulák*, melyeknek különösen emésztő üröcskéikben oldott élénk színű festőanyagok oly pompás színeket kölcsönöznek, valóban igen tanulságos tárgyat képeznek annak bebizonyítására, hogy festőanyagaik elnyelt moszatoktól származnak. STEIN bizonyára jogosan állíthatja, hogy a legnagyobb valószínűség szól a mellett, hogy az összes ázalékállatkák színezete tápszereik bomlási termékei által feltételeztetik.³

A gyökérlábúak festőanyagának eredetéről csak a *Vampyrellákra* nézve vannak biztos adataink; ezekről ugyanis CIENKOWSKI vizsgálatai után,⁴ melyeknek helyességét saját vizsgálataimra támaszkodva csak megerősíthetem, tudjuk, hogy téglavörös színök zöld moszatok, vagy *Euglenák* levélzöldjétől, barnás színök pedig elnyelt Diatomeáktól ered.

Az előadottak alapján, bár a véglények festőanyagai ez idő szerint még korán sincsenek kielégítőleg

¹ Die Infusionsthiere auf ihre Entwicklungsgesch. unters. 249.

² Ueber Fortpflanzung der *Nassula elegans*. Ehr. ZWZ. IX. (1857) 143.

³ I. p. 67.

⁴ Ueber einige Rhizopoden und verwandte Organismen. AMA. XII. (1876) 26.

tanulmányozva, mégis kimondhatjuk, hogy a legnagyobb valószínűség látszik a mellett szólni, hogy, valamint az úgynevezett levélzöld-testecskék, úgy a festő-anyagok egyáltalában, nem tartoznak az állatok módjára táplálkozó véglények saját anyagforgalmának termékei közé, hanem minden esetben tiszta, vagy módosult levélzöldet tartalmazó s ezzel áthasonító véglényektől, illetőleg moszatoktól származnak.

Magképletek.

Mióta SIEBOLD 1845-ben kimondotta, hogy azon szerv, melyet a Protozoumok egy részénél, különösen a csillószőrös ázalékállatkáknál, már EHRENBURG is megkülönböztetett s *hím ivarmirigynék* tartott, *sejtmagnak felel meg*, mind az egysejtűségi tannak követői, mind pedig azok, kik a véglényeknek szöveteiből való összetételt tulajdonítottak, kiváló gondot fordítottak ezen szerv kifürkészésére; s az ezen irányban tett vizsgálatok aránylag rövid idő alatt azon eredményre vezettek, hogy egy vagy több maga *Foraminiferek* kivételével, — melyeknél a magok csak a legújabb időben mutattattak ki, — az összes véglényeknek rendszeren előforduló szervezeti alkatrészei közé tartozik. Az ismeretek ezen állásán bizonyos szenzációt idézett elő a HAECKEL-től Nizza mellett a Középtengerben 1864-ben felfedezett *Protogenes primordialis*,¹ mely gyökérlábuszerű csupasz véglény a magot egészen nélkülözi s merőben egynemű protoplazmából áll. Ezen s több más, HAECKEL s CIENKOWSKI-től felfedezett magnélküli véglényre alapítá HAECKEL, mint már fentebb előadtam, a véglények, illetőleg az összes élőlények legalsóbb fokán álló *Monerek* csoportját.²

SIEBOLD azon felfogása, hogy a véglények szervezetének szóban forgó elkülönülése csakugyan a *sejtmaggal* (*Cytoblast Schleiden, Nucleus autor.*) egyenértékű, mai nap egészen általánosan elfogadottnak tekinthető; még a véglények egysejtűségének heves ellenese, FROMENTEL is azon (felfogásába, persze legkevésbé sem beillő) nézetben van, hogy a véglények magja igen közel áll a növénysejtek magjához.³

Bármily jelentőséget tulajdonítsunk is azonban ezen homologia felismerésének, mégsem szenvedhet

kétséget, hogy ez által a véglények magképleteinek ismerete lényegesen előbbre nem vitetett; mert minden újabb vizsgálat daczára jórészt még mindig áll az, a mit STRICKER a sejtmagról mond: «Mióta BROWN R. 1833-ban a növénysejtek magját felfedezte, nevezetesebb haladás ezen képlet ismeretéhez nem kapcsolódott».¹

Nem czélom e helyen a véglények magjának igen különböző, részben egészen ellentétes felfogásban részesült élettani jelentőségéről s szerepköréről szólni; alkalmam leendő erre alább a szaporodás tárgyalásánál; itt a magképleteknek csupán szervezeti s egyéb alaktani viszonyaira szorítkozom.

Alig van a szövettannak oly tétele, mely körül a vélemények annyira eltérők lennének, mint a sejtmagnak szerkezete. KÖLLIKER szerint a sejtmag az egy vagy több mindig tömörebb magtestecskét, vagy magocskát (nucleolus) nem tekintve, mely nem állandóan fordul elő, — vékonyabb vagy vastagabb buroktól körülzárt hólyagocska, melyet a híg magbelső vagy magnedv tölt ki.² — AUERBACH úgy találja, hogy a mag eredetileg nem egyéb, mint az üröcskének egy neme, azaz: a protoplazmának folyadékkal telt ürege, vagy világosabban kifejezve, a protoplazmától különböző tiszta folyadéknak egy cseppje, mely külön burok nélkül egy megfelelő ürt tölt ki a protoplazmában; ezen cseppben utóbb egy tömöttebb testecske, a magtestecske lép fel, mely a cseppet környező protoplazmából levált finom részecskéknek egybeolvadása által látszik képződni; mindezekhez hozzájárulhat még a maghártya, mely a cseppet közvetlenül környező protoplazmarétegnek tömörülése útján jön létre.³ Ezekről egészen eltér LEYDIG felfogása, mely a legtöbb követőre talált; ezen felfogás szerint: «A sejt magja vagy hasonló összeállású, mint a protoplazma, vagy kissé tömörebbnek látszik. Ha csupán kéregrétegének van nagyobb összeállása, ez esetben *hólyagocska-alakú* magról lehet szó, nem ritkán azonban merőben tömör palaszemecskét képez, mely esetben *tömör* magnak is nevezik.»⁴ Azon bűvároknak, kik kétféle (*hólyagocska-alakú* és *tömör*) magot különböztetnek meg, ismét eltérő a

¹ Ueber den Sarcoderkörper der Rhizopoden. ZWZ. XV. (1865), 360.

² V. ö. Generelle Morphologie der Organismen. Berlin. 1866. Továbbá: Studien über Moneren und andere Protisten Leipzig. 1870.

³ Etudes sur les Microzoaires. p. 79.

¹ Handb. der Lehre von den Geweben des Menschen und der Thiere. I. B. Leipzig. (1871.) 22.

² Handb. der Gewebelehre. V. Aufl. Leipzig. (1867.) 18.

³ Organolog. Studien II. H. Zur Charakteristik und Lebensgeschichte d. Zellkerne. Breslau (1874) 238.

⁴ Von dem Bau des thierischen Körpers. I. B. Tübingen. (1864.) 14.

veleményük arra nézve, hogy melyik mag tekintendő elsődlegesnek, eredetinek, melyből a második magalak kifejlődhetik. FREY szerint minden mag eredetileg hólyagocska-alakú s ebből fejlődhetik ki a tömör mag;¹ STRICKER ellenben bebizonyítottak tartja, hogy a mag fiatal korában mindig tömör s csak később változhatik át hólyagocskává.² A sejtmag alkátára vonatkozó előadott felfogások a magnak netalán előforduló finomabb szerkezeti viszonyait figyelmen kívül hagyják; ezelőtt legfeljebb a magnak hiányzó, vagy előforduló szemecskézetéről, a szemecskék nagyságáról, továbbá ezeknek gyérből vagy sűrűbb elhelyezéséről tételt említés, csak a legújabb időben közöltek a finomabb szerkezetre vonatkozó pontosabb észleleteket. HEITZMANN K. volt az első, ki az egész eddigi sejtméletet halomra döntéssel fenyegető vizsgálatai eredményeiben azon felfedezéssel lépett fel, hogy miként a sejtek protoplazmája, úgy a magja is finom hálózatos gerendázatból áll, melynek üregeit egynemű folyékony állomány tölti ki.³ Ezen gerendázatnak számos, mind növény-, mind állatsejt magjában való előfordulását FROMMANN, STRASBURGER, HERTWIG OSZKÁR, VAN BENEDEN, BÜTSCHLI, FLEMMING és több más bűvár megerősítette.⁴

A sejtmag állományára és szerkezetére vonatkozó ezen különböző felfogások szükségképpen annak feltevésére vezetnek, hogy a sejtmag egy bizonyos elsődleges, indifferens állapotból kiindulva, mint a szöveti elemek, s a szervezetek maguk különböző irányú elkülönülődésekre alkalmas, s égető szükségként merül fel, hogy a különböző állományú s szerkezetű magok ama bizonyos elsődleges állapotban levő maggal összefüggésbe hozassanak. Ezen fontos feladat megoldását HERTWIG RICHÁRD kísértette meg egy dolgozatában, mely az ismereteknek jelenlegi, nem minden tekintetben kielégítő állására támaszkodva, ha abszolút értékre nem is tarthat számot, de minden esetre alkalmas a felfogások közötti különbségeket kiegyenlíteni s alapúl szolgálhat a majdan kifejlődő egységes felfogásra.⁵

¹ Grundzüge der Histologie. Leipzig. (1875.) 6—7.

² Id. m. p. 24.

³ Untersuchungen über das Protoplasma. Sitzungsber. d. math. naturw. Classe. d. k. Akad. d. Wissensch. 67. B. III. Abth. Wien. 1873.

⁴ V. Ö. WALTHER FLEMMING. Beobachtungen über die Beschaffenheit des Zellkerns. AMA. XIII. (1876) 693. C. FROMMANN, Beobachtungen über Structur u. Bewegungsercheinungen d. Protoplasma d. Pflanzenzellen. Jena. 1880.

⁵ Beiträge zu einer einheitlichen Auffassung d. verschiedenen Kerne. MJ. II. (1876) 63.

HERTWIG szerint a mag kétféle állományból áll, t. i. a *magállományból* (*Kernsubstanz*, *Nucleussubstanz*) s a *magnedvből* (*Kernsaft*), melyek különböző magokban különbözőképpen vannak megosztva.

A magállomány, mint a sejt élőállománya, a protoplazma, a fehérjék csoportjába tartozó anyagoknak ismeretlen s a mag életfolyamatában kétségkívül változó keverékből áll; összetételére nézve mindenesetre igen közel áll a protoplazmához; hogy azonban evvel teljesen azonos összetételűnek — a minőnek AUERBACH tartja — nem tekinthető, ezt minden kétség fölül emeli azon általános ismert körülmény, hogy mikrochemiai reagensek különböző módon hatnak a két rokon állományra. — A magnedv, mint a protoplazmát átítató folyadék, összetételére nézve közelebbről ismeretlen ugyan, de jogosan feltehető, hogy nem csupán vízből s oldott szervetlen sókból áll, hanem szerves vegyületek oldatát is tartalmazza.

A két állománynak megoszlásától függ első sorban a magnak szerkezete.

A kiindulási pontot azon *elsődleges mag* (*primitiver Kern*) képezi, melyben a magállomány s magnedv látszólag egyenletesen van keveredve, legalább a magállománytól különvált nedvet nem lehet megkülönböztetni. Az elsődleges mag egynemű, halvány s az élő sejtben reagensek nélkül gyakran egészen láthatatlan, míg máskor szürkés színével tűnik ki a protoplazmából. Reagensek hozzáadására egyenletesen festődik s alvad meg, legfeljebb felületen rétegén mutatkozik a reagensek hatása fokozottabb mértékben, mi arra mutat, hogy kéregrétege, mint a protoplazmáé, gyakran tömörebb állományú. Bár az elsődleges mag rendesen egészen szerkezetnélkülinek látszik, minden esetben mégsem az: nem ritkán lehet ugyanis egynemű alapállományban, majd egyenlő közökben álló s az alapállománytól gyengébb vagy erősebb fénytörésük által különböző apró szemecskéket, gömböcskéket, máskor ismét egészen szabálytalan alakú, nagyságú s elhelyezésű zsírfényű rögcskéket megkülönböztetni. A szemecskés magok nyilván oly módon képződnek az egynemű elsődleges magból, hogy a magállomány kisebb-nagyobb közökben álló pontokon tömörül, a rögcskéket tartalmazó magban pedig egyes ily szabálytalan alakú tömörült részecskék elzsírosodtak. Az elsődleges mag nem ritkán elhagyja az eredeti gömbalakot s egy irányban történő növekedése következtében szalagszerűleg megnyúlik,

majd ismét oldalsarjaknak kinövése által különbözőképen elágazóvá válik.

Az egynemű elsődleges magból vezethető le valamennyi többi magalak, melyeknek különbségei első sorban a magállománynak s magnedvnek megoszlásától függenek. Ezen megoszlás pedig igen különböző módon történhetik. Legegyszerűbb esetben a magnedv a magállománynak egyes üröcskéiben gyülemlik össze s így jönnek létre közepükben magnedvet tartalmazó vagy különösen megnyúlt elsődleges magoknál, egy-egy üröcskétől mintegy kettéosztott magok. Hasonló magnedvet tartalmazó üröcskék nem ritkán a magtestecskeben, vagy magocskában is fellelnek.

A megoszlás igen gyakran oly módon megy véghez, hogy a magállomány közepett gyűl össze, míg a magnedv a kerületre szorúl s a magállomány által képezett gömböt mintegy nedvudvarral körvezi. Így jő létre a *hólyagocska-alakú mag*, melyet mintegy a sejtmag paradigmájául szoktak tekinteni s melyen az, a mit rendszeren *magnak* neveznek, voltaképpen a magállománytól különvált magnedvnek, a középponti *magtestecske* vagy *magocska* (*nucleolus*) pedig a tömörült magállománynak felel meg. A magállománynak egy része e mellett nem ritkán a kerületben marad, úgy, hogy a magállomány tömörülése által keletkezett gömböt környező nedvudvar körületében magállományból álló réteggel van borítva. Ezen réteget HERTWIG *magkéregretegnek* nevezi.

A hólyagocska-alakú mag mellett nem lehet, hogy említést ne tegyek azon HERTWIG-tól ugyan figyelmen kívül hagyott, de azért igen gyakori magalakról, melynél a mag legnagyobb részét igen nedvdűs, szerkezet nélküli magállomány képezi, s ez egy tömörebb magállományból álló gömböt zár körül. Én ezen magalakot, mely gyakran csak átmenetileg fordul elő, akkor, midőn az elsődleges mag hólyagocskalakú maggá alakul át, *átmeneti magnak* akarom nevezni.

Közvetlenül ezen hólyagocskaalakú, vagy egymagocskájú mag mellé sorolja HERTWIG a *kevés- és sokmagocskájúakat* (*pauci- und multinucleoläre Kerne*); az előbbieknél a különvált magnedv által képezett udvaron belül néhány, gyakran egyenlőtlen nagyságú, magállományból álló gömb foglal helyet; az utóbbiaknál ellenben az egész mag szorosan egymás mellett álló, vagy csekély közök által elválasztott, egyenlő nagyságú apró gömböcskékből (magocskákból) van összetéve, mintha csupa *Micrococcusokból* állana. Én ezen magalakot, mely a véglényeknél oly gyakran

észlelhető, *ikrás magnak* akarom nevezni. HERTWIG ezen ikrás magok kifejlődésének két lehetőségét emeli ki: vagy közvetlenül az egynemű magból válnak ki a magállománynak számtalan ponton egyidejűleg történő tömörülése által a gömböcskék; vagy pedig, mint AUERBACH állítja, egy magocskából ismételt oszlás által jönnek létre.

A különböző magoknak igen gyakori elkülönülését képezi a *maghártya* vagy *magburok* (*Kernmembran*), egy majd felette vékony, szerkezet nélküli, majd vastagabb, gyakran már reagensek nélkül is jól kivehető, kettős körvonalú hártya, mely utóbbit néha finom likacsacsatornák szitaszerűleg törnek át. Vajjon mily módon jő létre a maghártya; vajjon maga a mag választja-e ki felületén, vagy pedig a magot környező protoplazmából különül el, ez idő szerint nem tekinthető eldöntöttnek. A bűvárok nagy része az előbbi, AUERBACH az utóbbi felfogáshoz csatlakozik.

Nyilván mindkét fejlődési mód lehetséges s valószínű, hogy bizonyos sejtek maghártyája az előbbi, míg másiké az utóbbi módon fejlődik. Ki akarom itt még emelni, hogy a már fentebb említett magkéregreteg a maghártyától jól megkülönböztetendő.

A hólyagocskaalakú magok úgynevezett magocskája és maghártyája között nem ritkán a gyökérlábúak anastomizáló állabaihoz hasonló finom fonalhálózat van kifejlődve, s az ily magok egészen oly képet adnak, mint a számos nedvűrt tartalmazó növénysejtek.

Eme tájékozó előzmények után áttérek a véglények magképleteire, megjegyezvén, hogy azon változásokat, melyek a szaporodásban levő véglények magképletein észlelhetők, itt egészen figyelmen kívül hagyom s hogy a mennyire lehet, csupán a teljes kifejlődésüket elért véglények magképleteire fogok szorítkozni.

A *Gregarinákat* általában egyetlen nagy, világos mag jellemzi, mely ritkán egynemű, többnyire hólyagocska-alakú vagy átmeneti mag, egy meglehetősen nagy, ritkábban két-három különböző nagyságú magocskával. A magocska nem mindig egészen egynemű; gyakran burok határolta világos hólyagocskát képez, melynek hig alapállományában több tömörebb állományú egynemű vagy szemecskés test foglal helyet, melyek az élő *Gregarinában* alakjukat amoebaszerűleg változtatják. A gömbbé húzódva betokozódott *Gregarinák* nagy hólyagocskaalakú magokkal érett petesejtekhez annyira hasonlítanak, hogy

könnyen megmagyarázható, hogy azokkal tényleg többször össze is tévesztették.

A *gyökérlábúak* csoportjában a mag meglehetősen változékony. Leggyakoribb az átmeneti s a hólyagocskaalakú, magkéregreteg nélküli, vagy evvel ellátott mag. Ilyen hólyagocskaalakú egy vagy több, néha igen nagy számú mag jellemzi mind a karéjos, mind a sугaras állábú *Monothalamiumokat*, pl. az *Amorbákat*, *Arcellaféléket*, *Euglyphákat* s *Heliozomokat*. Ritkábban találunk ugyanezen gyökérlábúaknál egy-nemű, vagy szemecskézett elsődleges magokat.

A *Polythalamiumokat* a legújabb időkig magnélkülieknek tartották s csak 1876-ban sikerült HERTWIG RICHÁRDnak kimutatni, hogy a mag ezen gyökérlábúaknál, sem hiányzik.¹ HERTWIG egy *Milioliafélének* 1—4 rekeszes egyéneinél, továbbá 1—5 rekeszes *Rotaliánál* s végre egy 5 s egy 7 rekeszes *Textilariánál* mutatta ki a mag, illetőleg magok jelenlétét. A fiatal még egy rekeszes *Polythalamiumoknál* általában még csak egy mag van, míg a többrekeszű, idősebb egyéneknél a magok száma szaporodik, s ezek úgy látszik minden szabály nélkül foglalnak helyet a rekeszeket kitöltő protoplazmában. A mi a magok szerkezetét illeti, ez HERTWIG szerint teljesen megegyezik a többi gyökérlábúaknál előforduló hólyagocskaalaku magéval. Újabban SCHULZE E. F. szintén kimutatta a mag jelenlétét a *Polystomella striatopunctatánál*.² A legfiatalabb 4—10 rekeszes példányoknál SCHULZE a magot a hátsó rekeszek egyikében, néha az utolsó-előtthiben találta, míg a teljesen kinőtt, mintegy 30 rekeszű héjat lakó példányoknál rendszeren a 10-dik és 20-dik közötti, azaz átlagosan a középső rekeszek egyikében. A *Polystomellában* rendszeren csak egyetlen mag fordul elő, ritkán talált SCHULZE kettőt s csupán egyetlen egyszer hármat. Gyakori eset az, hogy az egyetlen mag két szomszéd rekeszben foglal helyet, oly módon, hogy az ezeket elválasztó átlukgatott héjrészlet nyílásán át függ egymással össze a két magrészet, mely majd egyenlő nagyságú, majd ismét az egyik rekeszben van a mag legnagyobb része, míg a másikban a válaszfal egyik nyílásán benyomult kisebb-nagyobb sarjadékszerű nyúlványa. Mindebből azon következtetést vonja SCHULZE, hogy a *Polythalamiumok* magja egyik rekeszből a másikba vándorol.

¹ Bemerkungen zur Organisation und systematische Stellung der Foraminiferen. JZ. X. Neue Folge. III. (1876) 41.

² Rhizopodenstudien. VI. Ueber den Kern der Foraminiferen AMA. XIII. (1877) 9.

A *Polystomella* magja mintegy 0.056 mm. nagyságú, vastag buroktól körülzárt gömbölyüded test, melynek egynemű alapállománya számos erősen fénytörő gömbölyüded képletet tartalmaz s leginkább bizonyos ázalékállatkák magjával hasonlítható össze. Látható ezekből, hogy a két bűvárnak vizsgálati eredményei nem egészen egyeznek meg; annyit azonban minden esetre bebizonyítottunk tekinthetünk, hogy a *Polythalamiumoknak* is van magjuk s e szerint semmi esetre sem sorolhatók a magnélküli *Monerek* mellé.

Valamennyi gyökérlábú s általában valamennyi véglény s elemi szervezet között, a magot tekintve, legbonyolódottabb viszonyok a *Radiolárok*nál fordulnak elő, melyeknek tisztázását ismét HERTWIG RICHÁRD legújabb fontos vizsgálatainak köszönjük.¹

A középponti tok valamennyi *Radiolárnak* ifjú korában csupán egyetlen magot tartalmaz, míg a szaporodásra érett egyéneknél tömve van magokkal. Az egy- és sokmagú állapot viszonylagos időtartama igen különböző; a *Radiolárok* egy részénél, nevezetesen az *Acanthometra*- és *Spharozoumféléknél* az egymagú állapot csak rövid ideig tart, míg valamennyi többi *Radiolárnál* az élet legnagyobb részére kiterjed; amazokat rövideg kedvéért HERTWIG-gel sok-, az utóbbiakat *egymagúaknak* nevezhetjük.

Szerkezet tekintetében a *Radiolárok* magjai oly különbségeket mutatnak, a minők egyebütt az elemi szervezeteknél egyáltalában nem fordulnak elő. A nagy számmal előforduló magok mintegy 3—15 μ . nagyságú, gömbölyüded, buroknélküli, egynemű, világos testeskék (= elsődleges magok), melyek a tokon belüli sarcodéban szétszórt üröcskének látszanak s HAECKEL-től valóságos üröcskéekkel együtt *víziszta hólyagocskák* (*wasserhelle Bläschen*) elnevezés alatt sejteknek tartattak. Csupán az *Acanthometrafélék* magjaiban lehet egy magocskának tartható belső testeskét megkülönböztetni.

Az egymagú *Radiolárok* magja mindig igen tekintélyes nagyságú; még a legkisebbek is 30—50 μ .-nyiek (*Heliosphaerák*), míg a *Thalassicollák* koloszszális magja 300—500 μ . nagyságot ér el. — Az ily magot kettős körvonallú, vastag burok vesz körül, melyet gyakran likacskaesatornák sűrűn átörnek.

Az egyetlen nagy mag alakja s állománya ismét igen különböző lehet; legegyszerűbb esetben mag-

¹ Der Organismus der Radiolarien. Jena. 1879. A végeredmények összeállítása. p. 108—111.

állományból álló egynemű, tömör gömböt képez (fiatal *Sphaerozoum*-, *Ommatida*-, *Spongosphaera*félék). Magasabb fejlettségi fokot érnek el azon magok, melyeknek állománya helyenként magocskákká tömörült (*Ethmospharafélék*, fiatal *Acanthometra*félék); a magocskák száma egészen húszig szaporodhatik (*Ethmospharafélék*), melyeket később egyetlen nagy magocska helyettesíthet (*Acanthometra*félék), melyet a jól kifejlődött magkéregrétegtől világos magnedv-udvar választ el; az ily mag azután egészen megegyezik az édesvízi gyökérlábúak hólyagocska alakú magjával. Különös figyelmet érdemel az, hogy a mag fejlődésének bizonyos stádiumán szemecskézetre nézve egészen különböző két félből van összetéve, épen úgy, mint bizonyos ázalekállatkáknak pl. a *Spirochona gemmiparának* magja.

A legsajátságosabb s ismereteink jelenlegi állásán egészen egyedül álló magalak jellemzi a *Thalassicollákat*. Maga a kolosszális mag majd gömbalakú, majd sarjadék- vagy vakbelső szerű kitüremléseket visel, a magocska pedig majd gombaemuliumhoz hasonlóan elágazik, majd ismét féregszerűleg össze-vissza csavarodik, s a mag kitüremléseibe egyes hurkokat bocsát. A *Thalassicollák* sajátságos szerkezetű, kolosszális magját HUXLEY fedezte fel a *Thalassicolla* nucleatánál s jelenlétét valamennyi későbbi bűvár megerősítette; míg azonban HUXLEY kételkedve nevezte magnak, addig MÜLLER F. sejtnek deklarálta, HAECKEL pedig a semminek sem prejudikáló *belsőhólyag* (*Binnenbläschen*) elnevezéssel jelölte. — HERTWIG érdeme, hogy beható tanulmányokra támaszkodva kimutatta, hogy ezen sajátságos képlet értékére nézve a sejtmaggal egyezik meg.

A *Radiolároknak* többnyire óriási nagy és sajátosan elkülönült magjából, a sokmagú állapotot jellemző, nagy számú apró mag HERTWIG szerint különböző, részben az eddig ismert magfejlődési s szaporodási módoktól egészen eltérő, s a szövettanban egyedül álló módon jó létre.

Legegyszerűbb a *Sphaerozoumfélék* számos apró magjának keletkezése. Ezeknél a nagy tömör mag előbb megnyúlik, majd piskótaszerűleg befűződik s ketté oszlik, mely folyamat gyorsan ismétlődően, a nagy anyamag szétesik végre nagyszámú apró fiók-magokra.

Az *Acanthometra*- s az ezekkel rokon *Acanthophractaféléknél* a mag magocskájának elenyészése után tömör sarjakat bocsát; a kéregrétegnek ezen ki-duzzadásai lassanként befűződvén, önálló tömör ma-

gokat képeznek, melyeknek belsejében kis magocskaszerű testecskék fejlődnek ki; ez utóbbiak vonzó középpontokként szerepelnek s azt eredményezik, hogy a sarjadzásból keletkezett magok végre a kifejlett *Acanthometra*félék egynemű, apró magjaira esnek szét.

A *Thalassicolláknál* végre a kolosszális magnak, az úgynevezett *belső hólyagnak* elágazó, vagy kacskaringósan csavarodó magocskája szétdarabolódik egyes részekre. Erre a középponti hólyagban kis, egynemű magok lépnek fel, melyek oszlás által gyorsan szaporodván, a középponti tokot lassankint egészen kitöltik, a nagy mag pedig visszafejlődik s végre egészen elenyészik.

Ezen nagyszámú apró mag fejlődési folyamatát HERTWIG következőképen hozza az előadottakkal kapcsolatba: a nagy mag magocskájának szétdarabolódásából keletkezett gömbök a mag burkán keresztül nyomulva, a tokon belüli sarcodeba jutnak s itt önálló magokká lesznek, melyek oszlás által tovább szaporodnak, mire a kimerült anyamag teljesen visszafejlődik.

Hogy a *Radiolárok* nagyszámú apró magjai mily összefüggésben állanak ezen gyökérlábúak szaporodásával, erről a szaporodást tárgyaló fejezetben fogok szólni.

A *Flagellátok* magjuk tekintetében igen megegyeznek az édesvízi gyökérlábúakkal. Magjuk száma, a mennyire ismereteink terjednek, kivétel nélkül egy, mely a teljes kifejlődést elért véglénynél legtöbbnyire hólyagocskaalakú, magkéregréteggel, vagy e nélkül; ritkábban bír az általam átmenetinek nevezett mag szerkezetével.

Állandóan elsődleges, majd egészen egyneműnek látszó, majd ismét szabályos közökben finoman vagy durvábban szemecskézett mag jellemzi a *Cilioflagellátokat*.

A *levélzöldet tartalmazó Flagellátoknál* a tulajdonképeni sejtmagon kívül még rendszeren előfordul egy, néha több élesen körülírt, többnyire gömbalakú, a *Chlamydomonas monadinánál* ellenben egészen a *Vorticellák* patkóalakú magjával megegyező szalagszerű test: a már fentebb említett ú. n. *levélzöld-hólyagocska*, *keményítőmag*, vagy *amylumgömb*. Ezen test határozott helyen a mag közelében foglal helyet s a tulajdonképi magtól jól megkülönböztetendő. A szóban forgó képlet jóddal való kezelésre, mint a keményítő, megkékül; a keményítőt tartalmazó állomány azonban, mint COHN némely zöld *Flagellátnál*

kimutatta,¹ csupán kéregréteget képez, melynek bel-sejében egy nedvudvartól körülvelt protoplazma-szerű gömböcske foglal helyet, s ez utóbbit karmin-pirosra festi. COHN azon észleletre támaszkodva, hogy a magkéregréteggel bíró hólyagocskaalakú sejt-magok szerkezetével megegyező keményítőmag bizonyos *Flagellátoknál* a sejttel együtt oszlik, továbbá arra, hogy ezen *Flagellátoknál* (*Gonium*, *Chlamydomonas*, *Pandorina*, *Endorina*, *Volvox* stb.) a keményítő-magon kívül egyéb sejt-mag értékével bíró elkülönülést nem talált, azon következtetést alapítja, hogy a keményítőmag bizonyos esetekben a sejt-magot helyettesíti s ezzel homolog képződménynek tartandó, míg más esetekben a keményítőmag, mint a keményítőtestecskék, a sejtbe lerakodó s a sejt áthasonítási folyamatában képződő tartalék-anyagok közé tartozik. A kitűnő breslaui bűvár ezen felfogását határozottan tévesnek kell tartanunk, minthogy STEIN vizsgálatai szerint,² melyeknek helyességét saját vizsgálataimra támaszkodva teljesen megerősíthetem, a COHN szerint csupán keményítőmaggal bíró *Flagellátoknak* van ezenkívül még valódi sejt-magjuk; s e szerint semmi sem szólhat a mellett, hogy a keményítőmagot egyszer csupán tartalékanyagnak, máskor pedig sejt-magnak tartsuk.

A *Noctiluca* egyetlen magja egészen megegyezik a csillószőrös ázalékállatkákéval s az egészen egynemű, vagy szemeckézett elsődleges magalakhoz tartozik. HERTWIG RICHÁRD szerint a *Lepidodiscus medusoides* magja a véglény fejlődésének különböző szakán különböző szerkezetet mutat.³ A mag jól kivehető hártáival burkolt, tojásdadalakú s két egyenlőtlen félből áll, melyeknek nagyobbika, mint bizonyos ázalékállatkáknál, pl. a *Spirochona gemmipará*-nál, szabályosan szemeckézett, míg a kisebbik egészen egynemű. A nagyobb fél egyes esetekben nagyobb, tömöttebb gömböket tartalmazott; máskor ismét a mag a rendestől egészen eltérő szerkezetet mutatott, s tojásdad, világos hólyagot képezett, melynek egyik végében egy gömbölyüded test foglalt helyet. Ez utóbbi maga, egy magkéregréteggel ellátott hólyagocskaalakú magnak szerkezetével birt, s kivüle a hólyag még egy

nagyobb s két kisebb magállományból álló gömböt tartalmazott.

A csillószőrös ázalékállatkák magja (*petefészek*, *elsődleges mag* BALBIANI, *női ivarsejt* KÖLLIKER, *endoplast* HUXLEY, *másodlagos mag* BÜTSCHLI) eredetileg egynemű elsődleges mag, mely azonban a véglény életfolyamatában különböző irányú elkülönülésekre hajlandó. Mielőtt azonban ezeknek tárgyalásába bocsátkoznám, szükségesnek tartom előbb a mag általános alakjáról s számáról szólni.

Számos ázalékállatkánál a mag eredeti gömb- vagy tojásdad alakját egész életen át megtartja. Más ázalékállatkák magja ellenben egy hossz tengely irányában történő növekedés következtében megnyúlik, s kolbász-, zsineg-, vagy többé-kevésbé ellapulva szalagalakúvá változik, s majd gyengén, majd erősebben S-szerűleg, majd félhold- vagy patkószerűleg, majd kaeskaríngósan féregszerűleg csavarodik. Gyengén csavarodó szalagalakú magja van pl. a legtöbb *Ophrydiumfélének*, erősen csavarodó vagy patkóalakú számos *Vorticella*-, *Aspidisca*-, *Euploes*- és *Acinetafélének*; féregszerűleg csavarodó a *Stentor Roessli*-nek, a *Climacostomum virens*-nek s a *Bursaria truncatella*-nak. A hosszúra nyúlt magok lefutásukban gyakran szabályos közőkben befűződnek; ily olvasóalakú mag jellemzi pl. a *Condylostoma patenst*, *Spirostamum terest*, *Stentor polymorphust*, *Loxophyllum Meleagrist* stb. Az ily olvasószerű magok gyakran össze-vissza csavarodnak s fürtösen elhelyezett magcsoportnak látszanak, mint pl. a *Plagiotoma Lumbrici*-nél; máskor ismét az összekötő fonalak oly vékonyak, hogy csak igen nehezen különböztethetők meg. mint pl. a *Loxodes Rostrum*-nál s *Enchelys gasnál*, úgy, hogy a mag nem összefüggő egészenek, hanem főleg akkor, ha mint a *Loxodes Rostrum*-nál, az olvasó egyes gömbjei távol állanak egymástól, nagyszámú külön magnak látszik. A megnyúlt féregszerű magokon néha sarjak nőnek ki, melyek másodlagosan ismét itt-ott összeolvadhatnak s igen megegyeznek a *Radiolárok* között a *Thalassicollák* bonyolódott szerkezetű magocskájával; ily magja van STEIN szerint azon *Acinetafélének*, melyet az «*Opercularia articulata Acineta alakjá*»-nak tartott,¹ s HERTWIG szerint a *Podophrya gemmipará*-nak, csak-hogy ennél a sarjak másodlagosan nem olvadnak össze.²

¹ Bemerkungen über die Organisation einiger Schwärmmzellen. Beiträge zur Biologie der Pflanzen. II. B. 1. H. (1876) 100.

² V. ö. III.

³ Ueber Leptodiscus medusoides, eine neue den Noctilucen verwandte Flagellate. JZ. I. Neue Folge. IV. (1877) 311.

¹ Die Infus. p. 119.

² Ueber Podophrya gemmipara. MJ. I. (1875) 32.

Az ázalékállatkák magjának száma legtöbbször csak egy; az olvasóalakú magvak egyes izeit felfogásom szerint külön magvaknak azért nem lehet tekinteni, mert a kolbászalakú, gyengén befűzött s szabálytalan ízekre osztott magvak között minden átmenet észlelhető. Ellenben állandóan két mag jellemzi az *Amphileptusokat*, *Dileptusokat*, a *Lacrimaria Olort*, a *Lionotusokat*, az *Opisthodont* s az *Oxytrichafélék* legnagyobb részét; nagyszámú mag fordul elő bizonyos *Opalinák*-nál. Vajjon ezen magvak csakugyan külön magvaknak felelnek-e meg, vagy pedig, mint az olvasóalakú magvak, csupán 2—4 sok ízre tagolt, egyetlen magnak, nem tekinthető véglegesen eldöntöttnek. Részemről hajlandó vagyok ezeket is az olvasóalakú magvak kategóriájába sorozni, s felfogásom támogatására felhozhatom azon körülményt, hogy egyes bűvároknak sikerült az összekötő fonalat egészen különállóknak tartott magvak között is kimutatni; így kimutatta BALBIANI és BÜTSCHLI a finom, hosszú összekötő fonalak, a *Stylonichia* két magja,¹ WRZESNIEWSKI pedig a *Loxodes Rostrum* nagyszámú magjai között.² Mindemellett azonban jogosan feltehető, hogy a megnyúlt testű ázalékállatkák magjának, — ha szabad e kifejezéssel élnem, — ízekre oszlásra való hajlama bizonyos ázalékállatkáknál tényleg az ízeknek végképi elválására vezet, s így az egymagvúságot a sokmagvúsággal szakadatlan sorozat fűzi össze.

A mi az ázalékállatkák magjának szerkezetét illeti, említettem már, hogy eredetileg egynemű elsődleges maggal birnak, mely finom, szerkezet nélküli maghártyával van borítva; az egybekelés után megifjodott ázalékállatkákat mindig ily egynemű, elsődleges magvak jellemeznék. Ily egynemű szerkezetű, vagy talán helyesebben szerkezet nélküli azonban nem marad meg az ázalékállatkák magja, hanem később különböző jellemzetes elkülönülések lépnek fel állományában, melyeknek összefüggő láncolatát s élet-tani jelentőségét ez idő szerint persze legnagyobb részt nem ismerjük.

Már az egészen egyneműnek látszó mag állományában is gyakran bizonyos elkülönüléseket tár erősebb nagyítás vagy kémszerek alkalmazása. Így a mag állománya igen gyakran s a legkülönbözőbb

ázalékállatkáknál szabályos távolságokban álló finom gömböcskéket, szemecskéket tartalmaz, melyek nagyobbakká fejlődven, a magot ikrás szerkezetűvé változtatják; ilyen ikrásnak találom én a magot a *Nosulak*-nál s gyakran az *Acinetaféléknél*; ugyanilyen a mag BÜTSCHLI szerint a *Cyrtostomum leucás*-nál.¹ Máskor ismét a mag állománya finom rostos-görcsös szerkezetűnek látszik, mint BÜTSCHLI szerint² a *Bursaria truncatellá*-nak magja. Némely ázalékállatkák magja végre szorosan egymás mellett álló, viztisztá, világos udvarral köryezett gömböcskékből van összetéve, úgy hogy az egész mintegy parányi sejtekből látszik állani.

Az egynemű, vagy szemecskés magvak belsejében gyakran tömöttebb magállományból álló kisebb-nagyobb rögcskék lépnek fel, melyeket néha világos udvar környékez. — A tömöttebb belső testeket más esetekben egyetlen nagyobb helyettesíti, mely a sejtagnál használt terminologia szerint *magocskának* (*nucleolus*) volna nevezendő. Ezen belső tömöttebb testet a külső magállománytól szélesebb, vagy keskenyebb magudvar választhat még el, s így jó létre azon magkéregretegellátott hólyagocskalakú mag, mely pl. a *Chilodon Cucullulust* jellemzi; ugyanily szerkezetűek WRZESNIEWSKI szerint a *Loxodes Rostrum* olvasóalakú magjának egyes gömbjei.

Igen sajátos az, hogy némely ázalékállatkánál a mag két egészen különböző szerkezetű, élesen elvált félből áll; míg ugyanis a mag egyik fele egészen egynemű, vagy finoman szemecskézett, addig a másik durván szemecskézett, vagy zsírfényű rögcskékkel van megtömve. Ilyen szerkezet ismeretes a *Spirochona gemmipara* magján; ugyanilyenek gyakran az *Oxytrichafélék* magjai, valamint vizsgálataim szerint a *Tintinnus fluviatilis* magja is.

A legtöbb *Oxytricha*-, *Chlamydonafélék*, a *Spirochona gemmipara* s vizsgálataim szerint a *Tintinnus fluviatilis* magjára nézve igen jellemző, hogy közepe táján, hol gyakran kissé be van fűződve, egy harántfekvű, nedvet tartalmazó *lencsealakú üröcskétől* mintegy rés által van ketté osztva. Hasonló lencsealakú rés észlelhető gyakran az *Euplotesfélék* patkó-, vagy szalagalakú magjának két vége előtt.

A mag belsejében némely ázalékállatkáknál elkülönült magocskától megkülönböztetendő azon, SIEBOLD óta rendszeren szintén *magocskának* nevezett képlet,

¹ Studien über die ersten Entwicklungsvorg. d. Eizelle, die Zelltheilung und Conjugation der Infusorien. Abh. d. Senckenberg. Gesellsch. X. B. (1876) 280.

² Beobacht. über Infusorien in der Umgebung von Warschau. ZWZ. X. (1870) 494.

¹ Id. m. p. 276.

² U. o.

mely nem a mag belsejében, hanem e mellett foglal helyet, s melynek megjelölésére én egy helyen¹ a *tartalékmag* kifejezést hoztam ajánlatba; ugyanezt BALBIANI *herénck*, KÖLLIKER *hím ivarsejt*-nek, HERTWIG O. *mellékmag*-nak, BÜTSCHLI *elsődleges mag*-nak nevezi. Mint épen említém, SIEBOLD jegyezte fel először, hogy a *Paramecium Bursaria* magjának egy kisded mélyedésében egy kis testecske fekszik, melyet a *Chilodon Cucullulus* belső magocskájával azonosítva, szintén *magocska* (*nucleolus*) névvel jelelt.² BALBIANI, STEIN, ENGELMANN, KÖLLIKER és főleg BÜTSCHLI újabb vizsgálatai kimutatták, hogy a szóban forgó testecske vagy állandóan, vagy legalább az ázalékállatkák fejlődésének bizonyos szakában a legtöbb ázalékállatkánál előfordul, csupán a *Stentor*- és *Opalínaféléknél* s az *Acínetaféléknél* nem észlelték még.

A tartalékmag reagensekkel való kezelés után rendesen jól kivehető, finom hártyával burkolt gömbalakú, ritkán tojásdad, vesealakú, vagy mint a *Paramecium Bursaria*-nál, búzaszemalakú testecske. Állománya többnyire egészen egynemű, ritkán szemecskézett, még ritkábban rejt belsejében egy nedvudvar környékezte gömböcskét, mint BÜTSCHLI szerint a *Bursaria truncatellá*-nál;³ fejlődésének tetőfokán meglehetősen tömött, többé-kevésbé zsírfényű, s épen e miatt az ázalékállatka testének protoplazmájában egyéb zsírfényű rögöcskék között csak nehezen különböztethető meg. Tömött savak s hígított égvények feloldják, a jódn barnára, a karmin többnyire élénkpirosra festi; egészben véve tehát tömött magállományyal látszik megegyezni.

Az egy, vagy több tartalékmag rendesen a mag szomszédságában, gyakran ennek közvetlen felületén, vagy pedig épen egy kis kivájt mélyedésben foglal helyet.

A tartalékmagok száma szerfelett változik. BALBIANI bizonyos szabályosságot vélt abban felismerni, hogy minden egyszerű maghoz egy, a kettős, vagy olvasóalakú magoknál pedig minden egyes magrészelhez egy-egy tartalékmag tartozik. ENGELMANN és BÜTSCHLI vizsgálatai⁴ azonban ezen szabályszerűséget

nem erősítik meg. Így míg számos egymagú ázalékállatkánál csak egyetlen tartalékmag van, addig pl. a *Cyrtostomum leucas*-nál ENGELMANN szerint 3, BÜTSCHLI szerint 3—8 tartalékmag van; ugyancsak BÜTSCHLI a *Nassula ornata* egyetlen magja mellett 3—4, a *Trachelius Ovum*-nál 9, a *Bursaria truncatellá*-nál pedig 15 tartalékmagot különböztetett meg.

A *Stylonychia Mytilus*-nál STEIN szerint mindkét magra, vagy magrészletre 1—1 tartalékmag esik, BÜTSCHLI vizsgálatai szerint ellenben ezen ázalékállatkánál néha csak egyetlen tartalékmag van a két magrészlet között, míg más egyéneknél a két magrészlet mindegyike mellett 1—1, 2—2, vagy az egyik mellett 1, a másik mellett 2, sőt kivételesen 3—3, vagy még több is van.

A *Trachelophyllum apiculatum*-nál BÜTSCHLI szerint mindkét, a *Dileptus gigas*-nál valamennyi olvasószerűleg összefűzött magrészletre 2—2 tartalékmag esik, míg ellenben a *Spirostomum ambiguum*-nál és *Loxophyllum Meleagris*-nél kisebb a tartalékmagoknak, mint az olvasóalakú mag részleteinek száma. Mindezen vizsgálatok eléggé bizonyítják, hogy a BALBIANI kimondotta szabályszerűség, ámbár igen számos ázalékállatkára találó, általános érvénnyel még sem bír.

A csillószőrös ázalékállatkák tartalékmagjával homolog képződmények a véglények többi képviselőinél ez idő szerint ismeretlenek.

Végül még a magképleteknek a véglények testében való helyéről szükséges röviden megemlékezni. A *Gregarináknál*, számos *gyökérlábúnál* és *Flagellátnál* a magképletek egyszerűen a protoplazmatest belsejébe látszanak beágyazva; azon véglények legnagyobb részénél (talán valamennyienél) ellenben, melyeknél a kéregplasma a bélplasmától jól el van különülve, így nevezetesen a *csillószőrös ázalékállatkánál*, számos *Flagellátnál*, az *Amobáknál* s egyéb karélyos állábú gyökérlábúaknál (s valószínűleg a *Noctilucáknál* is) a kéregplasmának azon kevésbbé szívós összeállású rétege foglalja magában a magképleteket, mely a pépszerű bélplasmába megyen át. Ennek megfelelőleg a magképletek helye rögzített s a bélplasma áramlása pl. legkevésbbé sem befolyásolja. SCHULTZE E. F. azon fentebb említett észlelete, hogy a *Polystomellák* magja egyik rekeszből a másikba vándorol, egészen elszigetelten áll. SIEBOLD-nak azon észlelete pedig, hogy gyakran lehet látni, hogy az ázalékállatkák szabadon lebegő magja körül az

¹ A szamosfalvi sóstó néhány ázalagáról. Termr. füz. II. köt. (1878) 230.

² Vergl. Anat. der wirbellosen Thiere. Berlin. (1845) 24.

³ Id. m. p. 288. Ugyanezen műben az ázalékállatkák tartalékmagjáról való eddigi ismereteink a legpontosabban vannak összeállítva. p. 283—289.

⁴ ENGELMANN. Zur Naturgesch. d. Infusionsth. ZWZ. XI. (1862) 307. BÜTSCHLI. id. h.

egész test belseje kering,¹ bizonyára tévedésen alapszik, mert egyetlen későbbi bűvár sem erősítette meg.

Betokozódás.

Egy olasz bűvár, GUANZATI, már a múlt században közzétette² azon érdekes észleletét, hogy egy ázalékállatka, melyet ő *Proteus* névvel jelölt s mely valószínűleg EHRENBURG *Amphileptus moniligerével* azonos, azon bámulatos tulajdonságával tűnik ki, hogy képes bizonyos körülmények között gömbbé húzódva, magát finom tokkal körülzární s ezt hosszabb pihenés után ismét elhagyni, sőt tokjából, miként az azon időben különösen SPALLANZANI kísérletei útján híressé vált Rotatoriumok és Tardigrádok, még hosszas kiszáradás után is életre ébredni. EHRENBURG ezen, valamint a véglények betokozódására vonatkozó későbbi észleleteknek helyességét kétségbe vonta, nem tudván magának oly állatot képzelni, mely életfolyamatában visszatér a peteállapotba, hogy magát bizonyos idei pihenés után mintegy újjá-szülje, s az egészet helytelenül magyarázott vedlési folyamatra vélte visszavezetendőnek.³

Mint hogy GUANZATI felfedezése egy félszázadig egészen elszigetelve állott, helyességét pedig a legilletékesebb bűvár, EHRENBURG kétségbe vonta, mint sok más alapos régibb adat, gyorsan feledékenységre ment, s csak 1845-ben tett SIEBOLD közzé ugyanily észleletet az *Euglena viridistől*. Szerinte a gömbbé húzódó *Euglenák* korántsem halnak el, mint EHRENBURG vélte, hanem átlátszó tokkal veszik magukat körül, mintegy bebábozódnak,⁴ mely észlelet helyességét FOCKE, PERTY, STEIN, COHN s számos más bűvár sietett megerősíteni.

Ugyanczen időre esik, hogy KÖLLIKER a bűvárok figyelmét a *Gregarinákra*, mint egysejtű szervezetre irányítá, s FRANTZIUS már 1846-ban kimondotta annak valószínűségét, hogy a *Gregarinákkal* együtt előforduló, úgynevezett *pseudonavicellákat* tartalmazó gömbölyű tokok a *Gregarinák* fejlődéskörébe

tartoznak.¹ STEIN azután csakhamar kimutatta, hogy a *Gregarinák* bizonyos fejlettségi fokon gömbbé húzódna kéttenként egyesülve, átlátszó burkot választanak ki;² KÖLLIKER, BRUCH, LEYDIG, LIEBERKÜHN, LEUCKART s más bűvárok vizsgálatai után mai nap biztosan tudjuk, hogy a *Gregarinák* szaporodásukat megelőzőleg csakugyan betokozzák magokat, még pedig nem mindig kettesével, hanem igen gyakran egyenként is.

STEIN, kit a *Gregarinák* körül tett felfedezései vezettek az ázalékállatkák tanulmányozására, mindjárt tanulmányainak kezdetén azon felfedezést tette, hogy a *Vorticellák* is képesek gömbbé húzódva, mint a *Gregarinák*, csak hogy egyenként, betokozni³ magukat. STEIN nagy számú *Vorticella microstoma* népesítette víz felületén s fenekén kisebb-nagyobb gömböket talált, melyeket kettős körvonallú, egynemű, átlátszó, rugalmas burok zárt körül; ezen tokok belsejében a jellemző mag s a legalább egy ideig még megmaradó csillószőrözlet, továbbá azon körülmény, hogy egyes tokok kocsányon ültek, minden kétséget kizáró határozottsággal szólottak a mellett, hogy a tokok csakugyan a *Vorticellákhoz* tartoznak. STEIN-nak magának az utolsó harmincz év alatt megjelent korszakot alkotó munkái, nemkülönben COHN-nak,⁴ AUERBACH-nak,⁵ CIENKOWSKI-nak,⁶ CLAPARÈDE- és LACHMANN-nak, valamint számos újabb bűvárnak dolgozatai tömérdek adattal bizonyítják, hogy a betokozódás mind a csillószőrös, mind az ostoros ázalékállatkáknak jellemző tulajdonságai közé tartozik; úgy látszik azonban, hogy valamennyi ázalékállatka mégsem képes magát betokozni: így pl. a *Paramecium Aurelia*-t és *P. Bursaria*-t, bár a legközségesebb ázalékállatkák közé tartoznak, soha senki sem találta betokozott állapotban.

A véglények többi csoportjainál szintén észleltetett a betokozódás. Így AUERBACH kimutatta, hogy az

¹ Observationes quædam de Gregarinis. Vratislaviæ. 1846.

² Ueber die Natur der Gregarinen. AAP. 1848.

³ Untersuchungen über die Entwicklung der Infusorien AAP. 1849. Továbbá: Neuere Beiträge zur Kenntniss der Entwicklungsgeschichte und des feineren Baues der Infusionsthier. ZWZ. III. (1852) 475.

⁴ Ueber den Encystirungsprocess der Infusorien. ZWZ. IV. (1853) 253. Továbbá: Ueber Encystirung von Amphileptus Fasciola. ZWZ. V. (1854) 434.

⁵ Ueber Encystirung von Oxytricha Pellionella. ZWZ. V. (1854) 430.

⁶ Ueber Cystenbild. der Infusorien. ZWZ. VI. (1855) 301.

¹ Id. m. 24.

² Osservazioni e sperienze intorno ad un prodigioso animaluccio delle infusioni di LUIGI GUANZATI. C. R. B. Opuscoli scelti sulle scienze e sulle arti. Tom. XIX. Milano. 1796. Terjedelmes kivonatát l. ZWZ. VI. (1855) 432-442.

³ Monatsber. der Berliner Akad. vom 18. Dezember. 1851. v. ö. ZWZ. IV. (1853) 258.

⁴ Vergl. Anat. p. 25.

Amoebák, miután több nemzedéken át oszlás útján szaporodtak, végre megpihennek, s gömbbé huzódva betokozzák magokat.¹ GREEFF, SCHULTZE E. F., HERTWIG, LESSER, HAECKEL és CIENKOWSKI, valamint több más újabb bűvár ugyanezt észlelte számos, mind karéjos, mind sugaras állabú édesvízi *gyökérlábúnál* s *Monernél*. A gyökérlábúak között általában csak a *Polythalamiumok* és *Radiolárok* nem ismeretesek még betokozott állapotban. Az előbbieknél talán a protoplazma-testet borító állandó héj, az utóbbiaknál a tokon kívüli sarcodét borító kocsonyás burok teszi feleslegessé a pihenési állapot alatt külön tok fejlődését.

A *Cilioflagellátok* tokjait CLAPARÈDE és LACHMANN,² a *Noctilucákét* CIENKOWSKI,³ az oly kétes állású *Labyrinthuleákét* ugyanő,⁴ a *Catallactákét* pedig HAECKEL írta le.⁵

Mindezek után ismereteink jelen állásán határozottan mondhatjuk, hogy a betokozódási képesség a véglényeknél általánosan el van terjedve, s azok, melyek betokozott állapotban még ismeretlenek — ha a *Polythalamiumokat* és *Radiolárokat* figyelmen kívül hagyjuk — aránylag tekintélytelen töredéket képviselő kivételek.

A véglények tokjainak állománya és szerkezete meglehetősen tág korlátok között változik. Minthogy a tokok hasonló módon, mint pl. a sejtthártya, híg állománynak az egész felületen való kiválása által jönnek létre, kezdetben természetesen híg, nyálkás, kocsonyás állományúak s némely esetben, mint pl. számos levélzöldet tartalmazó *Flagellátnál*, hosszasan, vagy állandóan ilyenek maradnak s legfeljebb kiszáradáskor tömörülnek kemény, héjszerű állománynyá, épen úgy, mint a tölök elválaszthatatlan Palmellaceáknál. Az állati véglényeknél ellenben a kiválasztott állomány rendesen igen rövid idő alatt hártyává szilárdul, mely a váladék mennyiségéhez képest vékonyabb vagy vastagabb, többnyire egynemű, ritkábban rétegezett, mint pl. számos *Gregarinánál* s majd rugalmas hajlékony, majd ismét lassankint megmerevedik, úgy hogy nyomásra az üveghez hasonlóan repedezik.

¹ Ueber die Einzelligkeit der Amoeben. ZWZ. VII. (1855) 365.

² III. 69.

³ Ueber Schwärmerbildung bei Noctiluca miliaris AMA. (VII) 1871.

⁴ Ueber den Bau und die Entwicklung der Labyrinthuleen AMA. (1867) 274.

⁵ Studien über Moneren und andere Protisten. Leipzig. 1870. 141.

A burok felülete legtöbb esetben síma, némely véglénynél azonban, mint bizonyos moszatok s gombák spórái vagy bizonyos peték különböző, sculpturákkal ékesített. Így pl. bizonyos *Flagellátoknak* tokja kiálló gömböcskéket visel; a *Nassula ambigua* tokjai STEIN szerint délkörös vonalakban finoman pettyezetettek¹ s e pettyek, erősebb nagyításnál kis kiálló, víztiszta gömböcskéknél látszanak, melyek délkörösen lefutó gyöngysorokként övezik a tokot s ennek igen csinos külsőt kölcsönöznek. Az *Epistilys brachiophila* hordóalakú tokján szabályos közökben nyolcz délkörös taraj emelkedik, az ezek közötti mezők pedig finoman harántul sávolyozottak.² Az *Euplotes Charon* kerekded, síkdomború tokja, STEIN szerint domború felületén 6—7 igen csinos haránt redőkbe szedett tarajjal díszített.³ A *Stylonychia Mytilus* gömbölyű tokja felületén szabályosan elhelyezett ívelt redőket,⁴ a *Stylonychia Histrióé* kiálló durva dudorokat visel, mint a gubacs. A *gyökérlábúaknak* tokjait gyakran szintén rajzok, sculpturák ékesítik, így pl. az *Euglypha alveolata* tokja HERTWIG O. és LESSER szerint, hatszögletes terecskékből van összetéve,⁵ én magam pedig a *Clathrulina elegans* lencsealakú tokjának szegélyét három sorban elhelyezett hatalmas tüskékkel találtam fegyverezve.

Megjegyzendő, hogy számos véglénynél vékony- és vastagfalú, síma és sculpturával ellátott tokok észleltettek; így pl. hogy mást ne említsek, a *Podophrya fixánál* a síma, szerkezet nélküli tokokon kívül ismeretesek még olyanok, melyek 4—5 gyűrűs tarajt viselnek, s WEISSE-től, mint külön *Acinetaféle*, *Oracula* elnevezés alatt irattak le.

Némely véglény egymásután 2—3 tokot választ ki, melyek közül a külsők többnyire vékonyak, szerkezet nélküliek, míg a belső, mely az összehuzódott testet megfekszí, vastagabb s gyakran sculpturákat visel; ismeretes ez pl. néhány *Flagellátról* s *gyökérlábúról*.

A tokok rendesen egészen víztiszta, szintelenek; a hosszabb pihenésre szánt tokok azonban, melyek vastagságukkal és sculpturájukkal is gyakran kitűnnek, nem ritkán megbarnulnak.

A tokok alakja leggyakrabban megközelíti a göm-

¹ Die Infusionsthiere auf ihre Entwicklungsgesch. unters. 249.

² STEIN, id. m. 125.

³ I. 139.

⁴ STEIN, id. m. 150.

⁵ Ueber Rhizopoden und denselben nahetstehenden Organismen. AMA. X. Suppl. (1874) 128.

böt; ismereteseek azonban pl. tojás-, lencse-, zsemlye-, körte-, orsó-, sarlóalakú tokok is, valamint olyanok, melyek rövidebb vagy hosszabb kocsányba vannak ki húzva; szóval a tokok alakjukat szerkezetüket tekintve, igen hasonlítanak spórákhoz, vagy petékhez, melyekkel, miután a betokozott véglény jellemző elkülönülései, pl. a csillószőrözet, ostorok s többnyire a lüktető üröcske is végkép elenyésznek, könnyen összetéveszthetők.

Előképzett nyílás a véglénytokokon ritkán fordul elő; kirajzáskor vagy szabálytalanul reped szét a tok, vagy pedig egy ponton hasad ki, mely csakhamar kerek nyílássá tágul, melyen a véglény magát, mint valamely rajzó-spóra, keresztül szorítja. Állandó nyílással ellátott tokot talált STEIN a *Stentor polymorphus* és *St. coerulesus*-nál;¹ ezen ázálékállatoknak vastag, rétegzett tokjai körtealakúak s elkeskenyedő sarkukon tág nyílással vannak ellátva, mely a pihenési idő alatt lencsealakú, kocsányos összeállású dugaszszal van kitöltve. Egészen bizonyos peték mikropyléjére emlékeztető nyílás által van megszakítva, HAECKEL szerint a *Magosphaera Planula* vastag tokja.

Nem hagyhatom e helyen említés nélkül, hogy némely héjat lakó gyökérlábuak gyakran nem választanak ki egész tokot, hanem beérik avval, hogy héjuknak szájadékát, mint a téli álomra készülő csigák, kiválasztott kupakkal zárják el; ezt találtam én a mohapárnák alatt töménytelen mennyiségben élő *Euglyphák*-, *Trinemák*- és *Cyphoderiáknál*. A földben élő *Amoebák* szárazság idején egyszerűen összehúzódnak s tetemesen megtömörülő kéregrétegük helyettesíti a külön tokot.² Némely csillószőrös ázálékállatok kiszáradáskor szintén egyszerűen gömbbé húzódnak s mint a Rotatoriumok, Tardigrádok s Angvillulák vastag cuticulájoktól védetnek; ezt tapasztaltam én, a kolozsvári háztetők mohapárnái alatt gyakori *Opercularia arenicolánál*.

A mi a tokok vegyi összetételét illeti, erre nézve annyit tudunk, hogy a tömöttebb összeállású tokok oldószereknek, mind savaknak, mind pedig égvényeknek hosszasan ellentállanak s a növények módjára táplálkozó zöld *Flagellátoknál* celluloséból, az állati módon táplálkozóknál ellenben chitinből, vagy legalább evvel rokon anyagból állanak. Csak ritkán rakódik a tokok állományába kovasav, mint pl. a *Helio-*

zoumok s *Euglyphák* üvegszerű tokjába. A zöld *Flagellátoknál* gyakran előforduló kocsányos burkok kétségkívül vegyi összetételükre nézve sem térnek el a Palmellaceák pihenő sejtjeit körülzáró kocsányos burkuktól.

Minthogy a véglények betokozódása a protoplasma-testnek azon tulajdonságán alapszik, hogy képes szabad felületére hártává, héjjá szilárduló nyálkás állományt kiválasztani: bizonyára egészen jogosan állíthatja COHN,¹ hogy a tokok alaktanilag a véglényeket borító cuticulával, pánczélokka s elálló héjakkal azonos értékűek.

A betokozódás élettani jelentősége, bár fokozottabb mértékben, de első sorban mégis ugyanarra látszik kiterjedni, mint a cuticuláé, pánczéloké s héjaké: azaz a véglény magát a külvilág káros behatásai ellen betokozódással oltalmazza. A véglények általában a vizeknek lakói, s még azok is, melyek pl. a lazakorhanydús földben, a mohapárnák alatt, a fakérgék zuzmói között s más hasonló helyeken tanyáznak, teljes élettevékenységben csak akkor találhatók, midőn tartózkodási helyüket esőzések idején a víz gazdagon átnedvesíti, vagy éppen elárasztja; azon véglények végre, melyek az állatok belsejében élnek, szintén csak a gazda testének nedvdús üreibe lelhetők. Ebből kifolyólag magától érthető, hogy a véglények életére a legkárosabb külső hatást a nedves elem hiánya képezi s a betokozódás első sorban ez ellen, azaz a kiszáradás veszélye ellen biztosítja a véglényeket. Azon ideiglenes pocsolyák, melyeket a talaj mélyedéseiben, kerékvágásokban, a marhák lábnyomai-ban, kivájt köveken stb. az összegyűlt esővíz képez, s melyek nyári időben a véglények nyüzsgő életének színhelyei, kezdődő beszáradásuk alkalmával a véglények betokozódásának tanulmányozására a legalkalmasabb s legtanulságosabb lelőhelyek. Itt az egész parányi világ iparkodik, siet betokozódás által a kiszáradás veszélyét kikerülni; s valóban csodálkoznunk kell, hogy ezen a véglények életében oly nevezetes szerepet játszó s oly gyakran észlelhető folyamat oly hosszasan ismeretlen maradt, s ha a véglények ismeretének történetéből nem okultunk volna, valóban csodálkoznunk kellene EHRENBERG-en, ki, miután STEIN a *Vorticella microstomának* betokozódását oly pontosan leírta, ez utóbbinak, éppen úgy, mint a múlt századbéli GUANZATI-nak, a látottak téves magyarázatát vetette szemére, sőt egészen alaptalanul még

¹ II. 233 és 242.

² Stud. üb. Moneren und andere Protisten. Leipz. (1870) 142.

³ R. GREEFF, Ueber einige in der Erde lebenden Amöben und andere Rhizopoden. AMA. II. (1866).

¹ Ueber den Encystirungsproc. etc. ZWZ. IV. (1853) 276.

avval is vádolta, hogy a kocsányokról levált s gömbbé húzódva «*vedlésnek indult*» *Vorticellákat* kerékállatkák petéivel tévesztette össze.¹ Hogy a betokozódás első sorban csakugyan a kiszáradás veszélye ellen irányul, erre nézve különös fontossággal bírnak CIENKOWSKI kísérletei, melyek azt bizonyítják, hogy kis mennyiségű vízben, lebegő cseppben tartott legkülönbözőbb véglényeket, a folyadéknak lassú és óvatos elpárolgatása által, mintegy kényszeríteni lehet a betokozódásra.²

A betokozódás felfedezése által a véglényeknek a Föld kerektségén való széles, mondhatnók korlátok nélküli elterjedése, valamint pocsolyákban és öntelekekben való gyors és tömeges megjelenésük igen egyszerűen, természetesen magyarázható s jórészt elveszíti a rejtélyesség nimbuszát. A kiszáradt pocsolyák medrében ott szunnyadnak betokozva a pocsolyát népesítő véglények, hogy a legközelebbi eső alkalmával koporsójukat megrepesztve, legott új életre ébredjenek, vagy hogy a szellő szárnyaira kerülve, rövidebb-hosszabb légutazás után szétszórassanak s kedvező helyre vetődve, mint valóságos kozmopoliták, bárhol folytassák megszakított élettevékenységüket. A véglények tokjainak a mérlegelhetetlen csekély súly ad szárnyakat, végtelen parányiságuk pedig megnyit előttük minden rejteket: a légáramlások születési helyüktől távol fekvő vidékekre, a völgyek mélyéből a bércek csúcsaira sodorják, s a hová csak a levegő betolakodhatik, mindenüvé elviszi s széthinti a parányi világ kóbor csiráit. Ime, a véglények betokozódási képességében rejlik a *pansperminának* ép oly egyszerű, mint természetes magyarázata!

A betokozódás azonban korántsem csupán a kiszáradás ellen oltalmazza a véglényeket; ellenkezőleg számos véglény más körülmények között is betokozza magát.

Bizonyos véglények mindannyiszor, valahányszor teletömték magukat táplálékkal, vékony burkot választanak ki, s betokozott állapotban végeznek, nem háborgatott nyugalomban, az emésztés munkáját, hogy tokjukat az emésztés befejeztével magánosan, vagy oszlás által megszorodva, ismét elhagyják. Ily *emésztési tokok* ismeretesek pl. CIENKOWSKI vizsgálatai után a *Vampyrelláknál*, a *Heliozumokhoz* igen közel álló sugaras állábú gyökérlábúak között, valamint, többeket nem említve, a nevezett bűvár által *Colpo-*

della pugnax névvel jelölt *Flagellatnál*.¹ A csillószőrös ázálékállatkák között COHN szerint a *Trachelius Ovum*,² CLAPARÈDE és LACHMANN, valamint STEIN bűvárlatai szerint pedig a *Vorticellaféléket* pusztító *Amphileptusok* végeznek az emésztést vékonyfalu tokokban; ugyanily emésztési tokokba zárkoznak vizsgálataim szerint bizonyos *Enchelysek* is.³

Igen nagyszámú véglénynél észleltetett továbbá, hogy miután több nemzedéken át folytatott oszlás útján nagy mennyiségben elszaporodtak, minden kimutatható ok nélkül, egymásután betokozzák magukat s csak hosszabb, gyakran több hónapra terjedő pihenés után hagyják el ismét, vagy egyenkint, vagy a tokon belül véghez ment oszlás útján megszorodva, tokjaikat; ezen tömeges betokozódás arra enged következtetnünk, hogy a véglényeknek, mint az egysejtű moszatok s gombáknak, bizonyos nemzedékek ciklusa után hosszabb pihenésre van szükségük.

Már az előadottakban többször ismétlem, hogy a véglények tokjaikon belül gyakran két vagy több részre oszlanak s megszorodva hagyják el az anyatokokat. Ez némely véglényeknél csak kivételes, másoknál ellenben egészen állandó s a szaporodás mindig csak a tokon belül megy véghez. Így a *Gregarinák* állandóan csak betokozott állapotban hozzák létre nagyszámú apró szaporodási testecskéiket, az ú. n. *pseudonavicellákat*, vagy *psorospermiumokat*; számos *gyökérlábú* és *Moner*, nemkülönben bizonyos *Flagellátok*, pl. az *Euglenafélék*, több *Cilioflagellát*, a *Noctilucák* s néhány csillószőrös ázálékállatka, pl. az *Amphileptusok*, szintén csupán betokozott állapotban képesek osztódni.

A véglények betokozódása a bebábozódástól bizonyára igen távol áll; ellenben vele teljesen azonos folyamatot ismerünk a legalsóbb növényeknél, az egysejtű moszatok s gombáknál, melyeknek spórái szabad mozgásuk befejeztével bizonyos ideig tartó pihenésre s új rajzók képzésére szintén betokozzák magukat; bizonyára mai nap sem fog ellentmondásra találni COHN-nak azon állítása, hogy egyrészt az ázálékállatkáknak, másrészt pedig az egysejtű növények rajzóspóráinak felfedezése után az állat- és növényország között felállított különbségek tarthatatlanokká váltak.⁴

¹ Beiträge zur Kenntniss der Monaden. AMA. I. (1865). 216. 221.

² Id. m. 267.

³ Természetr. füz. II. (1878) 237.

⁴ Id. m. p. 278.

¹ Monatsb. d. berl. Akad. vom 18. Dec. 1851. V. ö. COHN id. m. id. h.

² Ueber Cystenbildung bei Infusorien ZWZ. VI. (1855) 301.

III. SZAPORODÁS ÉS FEJLŐDÉS.

A véglénybúvárlat korábbi szakaiból, nevezetesen pedig EHRENBURG és DUJARDIN idejéből, a véglények szaporodására s fejlődésére vonatkozó számos becses adat szállott ugyan a legújabb korra: hogy azonban mindezek csak az első behatóbb búvárlatok relatív értékével bírhattak, ez a dolog természetében rejlik. A véglények szaporodásának s fejlődésének alapos ismerete a haladás természetes sorrendje szerint előbb nem volt, nem lehetett várható, mielőtt a véglények szervezetére vonatkozó eltérő felfogások újabb, elfogulatlan búvárlatoktól megoldást nem nyertek; nem volt előbb várható, mielőtt a sejttan magasabb tökéletességre nem emelkedett s mielőtt az alsóbb állatoknak és növényeknek gyakran igen bonyolódott szaporodási és fejlődési menete behatóbban nem tanulmányoztatott. Mivel pedig mindezen irányokban csak a legújabb kor búváratai derítették világosságot, a véglények szaporodásának s fejlődésének ismerete csakis a legújabb időben nyerhetett élénkebb lendületet; midőn azonban egyrészt határozottan állíthatjuk, hogy az ismeretek ezen irányban a legújabb idő alatt hatalmasan előrehaladtak, másrészt konstatálnunk kell azt is, hogy számos homályos kérdésre még a jövőtől várjuk a feleletet.

A véglények elsődleges keletkezésének kérdése.

A biológiai tudományok gyermekkorában, midőn a csodákban való hit lidérczként nehezedett a tudomány emberére is, melytől nem tudott szabadulni; midőn mindazon jelenségeknek okát, melyeket az ismeretek hiányossága miatt közvetlenül megmagyarázni nem lehetett, természetfölötti erők szeszélyes játékára vezették vissza: igen természetes, hogy az alsóbb szervezeteknek s ezekkel együtt a véglényeknek bizonyos körülmények között látszólag egyszerre, töménytelen mennyiségben való megjelenését csakis a szüléknélküli, *elsődleges keletkezés* feltevésével vélték magyarázhatónak. Ezen általánosan elterjedt felfogással szemben, mint a fentebbiekben alkalmam volt előadni, már a múlt században SPALLANZANI, jelen századunkban pedig EHRENBURG és DUJARDIN emeltek szót az ellen, hogy a véglények elsődlegesen, szülék nélkül keletkezhetnek. EHRENBURG-nek valóban nem volt szüksége ezen feltevéshez folyamodni, mivel szerinte minden véglény hermafrodita, s oszláson kívül töménytelen mennyiségű végtelen parányi peték

által szaporodik, melyek a víz- és a levegőtől széthorodva, mindenüvé elplántálják a láthatatlan világ életét; DUJARDIN viszont, bár szoros értelemben vett peték létét tagadta, szintén nem szorult az elsődleges keletkezés feltevésére, minthogy SPALLANZANI-val hajlandó a véglények testében fejlődésre képes *præorganisált testecskéket* (*corpuscules præorganisés*), azaz parányi csírákat feltenni.¹ A legújabb időben végre, miután a véglények betokozódását és spóráképződését felfedezték, s miután másfelől az elsődleges keletkezés az élődsi állatok és gombák bonyolódott fejlődésmenetének kifürkészése által ezen területen is, melyen oly hosszasan hittek létezésében, véglegesen megdőntött, az illetékes búvárok legnagyobb része az elsődleges keletkezés feltevését a tudományból egészen kiküszöbölendőnek nyilvánította, s a véglények gyakran rejtélyes megjelenésének magyarázatára elégségesnek tartotta, hogy a levegő által széthintett tokokra és spórákra utaljon.

Evvel szemben azonban az elsődleges keletkezés, a mennyiben a véglényekre, különösen az öntelékben gyorsan megjelenő legalsóbb alakokra vonatkozik, ismét és ismét akadt védelmezőkre, még pedig a tudománynak igen tekintélyes állású képviselőiben, minők: NAEGELI, POUCHET, OWEN, SCHAFFHAUSEN, HAECKEL, KARSTEN stb. s a kísérletezés, részben még jelenleg is napirenden van.

Midőn e helyen a véglények elsődleges keletkezésének kérdését érintem, mindenek előtt ki akarom emelni, hogy azon kollektív fogalomba, melyet *elsődleges keletkezésnek* (*generatio spontanea, æquivoca, originaria, primaria etc.*) nevezünk, voltaképen a keletkezésnek lényegesen különböző hipotétikus módjai vannak összefoglalva: t. i. a szervetlen vegyületekből való, szoros értelemben vett elsődleges keletkezés, mintegy önmagátszülés (sit venia verbo!), melyet HAECKEL *autogoniának*,² MILNE EDWARDS H. pedig *«formation agénétique»*-nek³ nevez, — s továbbá, a legalsóbb lényeknek már meglevő s vagy bomlásnak indult, vagy pedig élő szerves állományból való keletkezése, melyet MILNE EDWARDS, — ki a kettőt, t. i. a holt s az élő szerves állományból való keletkezést,

¹ Infusoires. 101.

² Gener. Morphologie. I. 179.

³ Leçons sur la Physiologie etc. VIII. 251.

megkülönbözteti, — «*nécrogénie*» és «*xénogénie*»,¹ számos szerző *heterogenia*, HAECKEL pedig *plasmogenia*² névvel jelöl.

Általános természetbölcséleti szempontból az autogonia kérdése a biológiai tudományoknak kétségkívül egyik legfontosabb alapkérdése. — Hogy a legelső élő lényeknek, melyek a mai nap élő legalsóbb véglényekkel egyezhettek meg, okvetetlenül szervetlen vegyületekből kellett keletkezniük, erre nézve a mai biológok között alig van véleménykülönbség s a dolog lényegére nézve egészen mindegy, vajjon Földünket, vagy pedig — THOMSON hipotézise szerint — valamely idegen bolygót képzeljünk-e az autogonia színhelyének. Hogy az autogoniának valamikor meg kellett történnie, ezt mondja a dolgok okait fűrésző ész, bár ezt kézzelfoghatólag kimutatni természetesen sohasem sikerülhet. — Egy más, nem abszolúte megoldhatatlannak látszó kérdés az: vajjon mai nap jönnek-e létre autogonia útján élőlények? HAECKEL ezt *Monereire* nézve valószínűnek tartja s oly módon képzi a *Monereknek* autogonia útján az előállomány vegyületeit alkotó elemek oldatából való kiválását, mint a kristályokét az anyaatlatból, azaz épen úgy, miként a sejtelmélet megalapítói a sejtek fejlődését képelték; ez azonban csak hipotézis, mely egyetlen megfigyelésre sem támaszkodik. Mindaz, a mit kísérletezés útján az autogoniáról tudunk lehet, abból áll, hogy szervetlen vegyületek oldatából élő lényeket fejleszteni még eddig senkinek sem sikerült. Az elért negatív eredmények abszolúte nem zárják ugyan ki a még mai nap is tevékeny autogonia lehetőségét, de minden esetre igen valószínűtlenné teszik.

Mindazon kísérletezések azonban, miket SPALLANZANI-tól PASTEUR-ig s egész napjainkig az elsődleges keletkezés kérdésének eldöntése céljából végeztek, az autogoniát csak mellékesen érintik, voltaképpen pedig a plasmogonia, azaz a körül forognak: vajjon szerves testek öntelékjeiben, tehát már meglevő szerves állományból keletkezhetnek-e elsődlegesen legalsóbb élőlények? Mindaz pedig, a mit ezen többnyire igen elmésen konstruált kísérletekkel s a legszorgosabb ellenőrzéssel végzett kísérletek bizonyítanak, a következőkben foglalható össze:

1. Hosszabb ideig 100° C.-ra hevített s azután

a levegő bejutásától elzárt öntelékben véglények nem keletkeznek; míg a meg nem tisztított körlégnek ily öntelékhez való hozzájárultával csakhamar megjelennek.

2. Ha a levegő a felforralt öntelékhez izzásig hevített, vagy tömör fémsavakat tartalmazó csövön keresztül vezetetik, avagy a csőbe dugott gyapoton át filtráltatik, élettelen marad az öntelék, mintha csak a levegő bejutásától el lett volna záva.

3. Az életre ébredő csiráknak e szerint okvetetlenül a levegőben kell lebegniük; ezek a levegőben lebegő csírák PASTEUR módszerével, — mely abban áll, hogy filtráló dugaszul lögyapot használtatik s ez azután ætherben feloldatik, — könnyen ki is mutathatók.

4. Tekintetbe véve a különböző, teljesen megbízható bűvároktól különböző módszerek alkalmazása útján elért nagyszámú egyező eredményeket, alig szenvedhet kétséget, hogy azon kivételes esetek, melyekben megtisztított levegővel ellátott s felforralt öntelékben mégis fejlődtek véglények, valamely hibának a kísérletbe való becsúszására vezetendők vissza, pl. a használt edény nem volt kellőleg megtisztítva, vagy a levegő bejutása ellen nem volt teljesen elzárva, vagy pedig az öntelék nem volt kellő ideig forralva.

5. A kísérletezésre használt száraz anyagokat nem elég 100° C.-ra hevíteni, mivel a kiszáradt spórák, csírák és tokok LÜDERS, DOYÈRE s mások vizsgálatai szerint csak 120—140° C.-nál veszítik el fejlődésképeségüket.

De vajjon mit bizonyítanak mindezen kísérleti eredmények, vajjon véglegesen megezárolják-e plasmogonia létét? Nem, — csupán azt bizonyítják, hogy a mindent megfertőztető, tehát az öntelékben is befoglalt parányi csírák, ha azokat előbb megöljük, életre többé nem ébrednek; továbbá azt, hogy a szerves anyagokban, ha azokat az életet megölő magas hőmérsékletnek tettük ki, élet többé nem ébredhet: azaz röviden azt, hogy az anyag, ha már egyszer meghalt, magára hagyva holt marad. Ez ugyan magában elég fontos, de még sem kielégítő eredmény; fontos, mert kizárja az elsődleges keletkezésnek azon hipotétikus módját, hogy a szervezeteknek elhalt részeiből legalsóbb élőlények keletkezhetnek, azaz kizárja a nekrogeniát; ki nem elégítő pedig azért, mert nem zárja ki a xenogeniát. Mert ezen kísérleti eredményekkel szemben még mindig fel lehet tenni azon lehetőséget, hogy az élő állománynak legkisebb részecskéi, oly körülmények között, melyek az egész szervezet életének folytatására kedvez-

¹ Op. c. 252.

² Op. c. II. 33.

zötlenek ugyan, de nem abszolúte halált okozók, a legalsóbb lények csíráivá szerveződhetnek!

Könnyen belátható, hogy az ily értelemben vett elsődleges keletkezés kísérleti úton való bebizonyításának legyőzhetetlen akadályok állanak útjában; mert egy felől nem ismerünk, s alig is képzelhetünk oly eljárást, mely a külvilágból származó csírákat előlné, a nélkül, hogy egyúttal az élőállománynak ama hipotétikus csírákká szerveződő részecskéi is egyúttal tönkre ne mennének; másfelől pedig nem zárható ki annak lehetősége, sőt valószínűsége sem, hogy a lát-szólag magából az elhaló szerves állományból életre ébredő apró csírák, minők pl. a legkisebb Mikrokokkusok, vagy azok a legerősebb nagytásoknál is a látás végső határán álló parányi gömbök, melyekből némely bűvárok szerint a Monadok képződnek, nem voltak már eleve meg észrevehetetlen parányiságban az élő szervezet anyagában, hogy kedvező körülmények között észrevehetőkké növekedjenek. Épen ily nehézségbe ütközik azonban a xenogenia létének végleges megegyezése is, s csakis a magasabb szervezetek fejlődésének ismeretéből levont analógiákra támaszkodva, lehet állítanunk, hogy a xenogenia léte ismeretünk jelenlegi állásán nem látszik valószínűnek.

1. A Gregarináknak s a velük rokonszervezeteknek szaporodása és kifejlődése.

HENLE már 1835-ben sajátos tokokat fedezett fel a földi giliszta ivarszerveiben, melyek egészen a Naviculákra emlékeztető, kemény héjú, orsóalakú testecskéket tartalmaztak¹ s melyeket HOFFMEISTER valódi Naviculáknak tartott.² Négy évvel később SIEBOLD írt le hasonló tokokat, melyeket a *Gregarina caudata* társaságában talált egy légy-álczának, a *Sciara nitidicollis*nak bélsatornájában, s bár tartózkodva, de mégis kimondotta annak lehetőségét, hogy a Navicula-alakú testecskék, melyeket *navicelláknak* nevezett s melyekkel a HENLE felfedezte tokok testecskéit azonosoknak állította, a Gregarinák fejlődéskörébe tartoznak.³ Ismételt vizsgálatok után HENLE-nek is sikerült a földi giliszta ivarszervében a navicella-tokokkal együtt élő Gregarinákat (*Monocystiseket*) felfedezni, minek alapján hajlandóvá lön

SIEBOLD azon feltevésében osztozkodni, hogy a navicella-tokok, melyeket MECKEL a földgiliszta fejlődésben levő petéinek állított,¹ a Gregarinák szaporodásával állanak viszonyban² s úgy ő, valamint FRANTZIUS is, ki nyolcz különböző rovarban élő Gregarinákkal együtt szintén ráakadt a navicella-tokokra,³ elvetette KÖLLIKER azon feltevését, hogy a Gregarinák oszlás útján szaporodnak.⁴

Ezen észleletek állottak rendelkezésére STEIN-nak, ki a Gregarinák ismeretéről alapvető dolgozatában⁵ igen beható tanulmányok alapján kimutatta, hogy a *navicellák*, a *pseudonavicellák*, vagy miként azóta neveztetnek, a mióta LEYDIG,⁶ majd LIEBERKÜHN is⁷ arra utalt, hogy a MÜLLER JÁNOS-tól 1841-ben felfedezett, úgynevezett *psorospermiumokkal*, egyenértékű képződmények, — a *psorospermiumok*, tényleg nem egyebek, mint a Gregarinák szaporodási testecskéi, azaz *spórái*. KÖLLIKER-t is ugyanezen felfogás felé vezették tanulmányai,⁸ főleg BRUCH-nak, LIEBERKÜHN-nek,⁹ Van BENEDEN EDUARD-nak,¹⁰ SCHNEIDER AIMÉ-nek¹¹ és BÜTSCHLI-nek,¹² vizsgálatai végre teljesen szilárd alpra fektették a Gregarinák spórák útján való szaporodásának tanát.*

A szaporodásnak induló Gregarinák egyenkint, vagy párosával, kivételesen hármasával egybekelve, gömbbé húzódnak, s a spóráképzésre betokozzák magukat. STEIN észleletei útján azt vélte, hogy a páron-

¹ Ueber den Geschlechtsapparat einiger hermaphroditischer Thiere. AAP. (1844) 482.

² Ueber die Gattung Gregarina. AAP. (1845) 373.

³ Observationes quædam de Gregarinis. Berolini. 1846.

⁴ Die Lehre von der thierischen Zelle und den einfachen thierischen Formelementen, nach neuesten Fortschritten dargestellt. Zeitschr. f. wiss. Botanik. II. H. (1845) 97.

⁵ Ueber die Natur der Gregarinen. AAP. (1848) 182—223.

⁶ Ueber Psorospermien und Gregarinen. AAP. (1851) 221.

⁷ Évolution des Gregarines. BULL. de l'Acad. royal de Belgique T. XXVI. 1855.

⁸ Beiträge zur Kenntniss niederer Thiere ZWZ. (1848) 25. Továbbá: Icones histologicæ I. Abth. Leipzig. 1864 p. 8.

⁹ V. ö. id. művén kívül: Ueber die Psorospermien. AAP. (1854) 1. és 349. Beitrag zur Kenntniss der Gregarinen AAP. (1865) 508.

¹⁰ Recherches sur l'évolution des Grégarines. Bull. de l'Acad. roy. de Belgique. 2. sér. I. 31. (1871) 325.

¹¹ Contributions à l'histoire des Grégarines. Arch. de zoolog. expériment. I. IV. p. 493. V. ö. LEUCKART, Bericht. AN. 42. Jahrg. II. (1876) 599.

¹² Kleine Beiträge zur Kenntniss der Gregarinen. ZWZ. XXXV. (1881) 384.

* A spórák útján való szaporodás miatt jelöli LEUCKART újabban a Gregarinákat Sporozoa névvel (*Die Parasiten des Menschen. Zweite Aufl. I. Bd. Leipzig. [1879.] 241.*)

¹ Ueber die Gattung Branchiobella AAP. (1885) 592.

² MECKEL alább id. m. 481.

³ Beiträge zur Naturgeschichte wirbelloser Thiere. Danzig. 1839. p. 63. V. ö. STEIN alább id. ért. 195.

kint való *egybekelés* (*conjugatio*) s ezt követő *egygyé-olvas* (*copulatio*) kivétel nélkül mindig megelőzi a spóráképződést; más bűvárok vizsgálatai azonban ezen állítást nem erősítették meg. Az egybekelés gyakori jelenség ugyan, de ép oly gyakori az egyenkint való betokozódás is, sőt SCHNEIDER szerint az egybekelést sem követi minden esetben egygyéolvas, hanem az egybekelt párok külön-külön is betokozhatják magukat, a midőn azután egy kétrekeszű tok fejlődik (*Pseudoconjugatio*). SCHNEIDER szerint az egybekelő párok mindig mellső testvéjükkel egyesülnek, azután összehúzódva, egész hosszukban megfeszik egymást, hogy végre egygyé olvadjanak. STEIN vizsgálatai után azonban ezt nem lehet általános szabálynak tekinteni; a nevezett bűvár szerint ugyanis az egybekelés némely Gregarináknál a mellső, másoknál a hátsó testvéggel, ismét másoknál az ellenkező testvégekkel való egyesüléssel veszi kezdetét, s az egybekelés utóbbi módjának előfordulását a *Tenebrio Molitor* álcájának belében élő *Gregarina polymorphánál* legújabbán BÜTSCHLI is megerősíti.¹ — Az egyenkint vagy párosával gömbbé húzódott s végre egygyéolvadt Gregarinák kettős burkot választanak ki: egy külső kocsonyás burkot s ez alatt egy, rendesen rétegzett tömöttebbet. VAN BENEDEN szerint némely betokozott Gregarina, mint pl. a *Hommarus* belében élő *Gregarina gigantea*, oszlás által szaporodhatik is, s így jönnek azután létre kocsonyás alapállományba ágyazott egész tokhalmazok, melyek egészen a porcztokokra emlékeztetnek; a tokoknak ezen szaporodási képességéből magyarázható meg, hogy a tokok gyakran sokkal kisebbek, mint a Gregarinák maguk.² Ily közös kocsonyás állományba ágyazott Gregarina-tokokat MAC INTOSH is észlelt a *Borlasia octoculata*-ban.³

Spórák képzésére a tokok tartalma egészen sohasem használtatik fel; a durván szemecskézett plasmának egy része állandóan nem vesz részt a spóráképződésben s kisebb-nagyobb tömegekben visszamarad.

Magokról a spóráknak fejlődéséről STEIN-nak s LIEBERKÜHN-nek régebbi, de különösen SCHNEIDER-nek és BÜTSCHLI-nek újabb vizsgálatai után a következőket tudjuk.

Mindenekelőtt igen fontos tudnunk, hogy a be-

¹ I. m. 381.

² I. m. 326.

³ On the Gregariniform Parasite of *Borlasia*. Transact. of the roy. microscop. Soc. of London. 1867. V. ö. VAN BENEDEN id. m. id. p.

tokozott Gregarinának, vagy az egybekelt párnak magjai minő változáson mennek át. Erre nézve csupán BÜTSCHLI-nek töredékes észleletei állanak rendelkezésünkre. A nevezett bűvár a *Gregarina polymorpha* egybekelt párjainak igen fiatal tokjában mindkét egyén magát tetemesen megkisebbedettnek, a magburkot szerfelett finomnak s a magok állományát egyneműen, finoman szemecskézettnek találta; a közönséges magvak igen tekintélyes magocskájának nyoma sem volt többé.¹ Ugyanő egy valamivel idősebb tok tartalmának szemecskétlen kéregrétegében, mely egyes spórákra még nem volt elkülönülve, igen nagyszámú apró magokat talált, melyek nehezen képződhetek külön a kéregrétegben, hanem sokkal valószínűbben az egygyé olvadt párok magjaiból származtak. A betokozódott Gregarinák magjára vonatkozó ezen hézagos adatoknál tökéletesebben ismerjük, különösen SCHNEIDER és BÜTSCHLI vizsgálatai után, a spórák fejlődését, mely az egész felületen egyidejűleg meginduló sarjadzási folyamatnak látszik. A legfiatalabb spórák egy-egy magot tartalmazó, — csaknem egészen szemecskétlen, átlátszó, burok nélküli hengeres hámsejtekhez hasonlítanak, melyek a tokok durvaszemecskéjű tartalmát egészen oly módon kergezik be, mint a rovarok blastoderma-sejtjei a táplálószekeket. Általában véve az egész sporaképződés, beleértve azon töredékes adatokat is, melyeket a betokozott egyének magjáról tudunk, mint az előadottakból látható, igen élénken emlékeztet a rovarok blastodermájának fejlődésére. A fejlődésnek ezen korai szakán levő spórák rövid idő múlva behúzódanak a felületes rétegből a tömlő tartalmának belsejébe s itt érik el teljes kifejlődésüket. A burok nélküli apró sejtek általában orsóalakot váltanak s a Naviculákhoz való hasonlatosságukat kiegészíti az, hogy felületükön kemény, kovasavat azonban nem tartalmazó, héj válik ki. A spórák plasmája kevés szemecskét tartalmaz, melyek rendesen egyoldalulag vannak elrendezve; a spóra magja, melyet mind SCHNEIDER-nek, mind pedig BÜTSCHLI-nek sikerült kimutatni, kissé középponton kívül foglal helyet, gömbölyüded alakú, jól kivehető hártyától burkolt s egészen meg egyezik az ú. n. elsőleges mag szerkezetével.

A Gregarinák egy részénél sajátágos spórájartok fejlődnek ki, melyeket már STEIN is ismert, SCHNEIDER és BÜTSCHLI pedig részletesebben tanulmányozott. Ezen spórájartok a tokok rétegzett belső

¹ Id. m. 391.

burkából kiinduló csövek, melyek kezdetben a felületről a tok belsejébe vezetnek, a teljesen kifejlődött spórákat tartalmazó tokokból ellenben kifele fordultak, áthatolják a burkokat s a spórák kivezetésére szolgálnak. A Gregarinák más részénél hiányzanak a spórajáratok s ezeknél a tok szétrepedése útján szóródnak szét a spórák. A tokok szétrepesztésénél valószínűleg szerepet játszanak azon szemecskés plasmároögök, melyek spóráképzésre nem használtattak fel. A *Stylorhynchusok* tokja, SCHNEIDER szerint, valóságos robbanó készülékkel van ellátva; a spóráképzésre fel nem használt szemecskés plasmából képződő gömb ez, mely a spóráktól körülvéve, a tok közepén foglal helyet, lassankint hólyaggá duzzad s egyre nagyobbra duzzadva, mintegy növekedve, a tokot végre szétrobbantja.¹

Míg azon tény, hogy a navicellák a Gregarináknak csakugyan spórái, ismereteink jelen állásán többé kétségbe nem vonható, addig a Gregarináknak spóráikból való kifejlődése még mai nap sem tekinthető teljesen tisztázottnak.

Mindenek előtt ki kell emelnünk, hogy a HENLE, BRUCH, LEYDIG, DIESING² és másoktól több-kevesebb határozottsággal állított azon felfogást, hogy a Gregarinák a Nematódoknak, nevezetesen Filariáknak (BRUCH, LEYDIG), vagy pedig Echinorhynchusoknak (DIESING) fejlődéskörébe tartoznának, egyetlen észlelet sem erősítette meg; ezen hipotézis véglegesen megczáfoltnak tekinthető s valóságos anachronizmus, ha SCHMARDÁ-nak közkezen forgó kézikönyvében még mindig a Nematódok között találjuk a Gregarinákat.³

STEIN-nak a Gregarina Blattarum fejlődésére vonatkozó észleletei azt látszanak bizonyítani, hogy a Gregarinák már teljesen kifejlődve bujnak ki a spórákból. STEIN 14 napon át koplaltatott csótányokban, melyek navicella-tokokat tartalmazó saját bélsarukat felfalták, — mit a nyelöcsőben talált tokok jelenléte minden kétség fölé emelt, — a spóráknál alig nagyobb, csupán $\frac{1}{150}$ nagyságú, de már egészen a *Gr. Blattarum* szervezetével bíró Gregarinákat talált, melyek nyilván a spórákból bujnak ki.⁴ Ugyanilyen parányi Gregarinákat sikerült BÜTSCHLI-nek is etetési kísérletek útján a csótányokban nevelni.⁵ Hogy azonban ezen parányi Gregarinák, melyek nagyságuk után

ítélve, csak rövid idő előtt hagyhatták el a spórákat, csakugyan a bélsárral kiürített s az után megevett spórákból fejlődtek-e ki, s mily alakban hagyták el a spórákat, erre nézve STEIN és BÜTSCHLI vizsgálatai nem adnak felvilágosítást; az utóbbi bűvárnak, valamint SCHNEIDER-nek és VAN BENEDEN-nek alább közlendő észleletei után ítélve azonban méltán feltehetjük, hogy a spórákból kibujó Gregarinák még nem bírnak az ezen véglényekre jellemző szervezettel.

LIEBERKÜHN, főleg a földi gilisztában élő *Monocystisek* tanulmányozására támaszkodva, a Gregarináknak spórákból való fejlődését következőleg adja elő. A spórák kemény héja egy idei pihenés után atrofizálódik, végre egészen elenyészik, a spóráknak tartalma pedig, mely előbb 4—8, vagy még több részre oszlott, azután pedig ismét egyetlen gömbbé egyesült, a tok megpukkantával egy-egy parányi Amoeba alakjában szabadul ki. Ezen parányi Amoebák azután lassankint Gregarinákká szerveződnek, s az Amoebák és Gregarinák között a legszebb átmeneti alakok észlelhetők. Igen valószínű, hogy LIEBERKÜHN, ki mint említők, vizsgálatait a Lumbricusokban élő *Monocystiseken* végezte, azon tévedésbe esett, hogy a földi gilisza testüri folyadékában úszó amoeboid vérszöveteket tartotta a spórákból kibujt fiatal Gregarina-nemzedéknek. SCHNEIDER-nek vizsgálatai szerint ugyanis, melyeknek helyességét BÜTSCHLI mindenben megerősíti, a *Monocystis* spóráinak tartalma nem egyetlen Amoeba alakjában szabadul ki, hanem feloszlik 4—8 világos sarlóalakú fióksejtre, melyeknek mindegyike egy-egy halvány, finoman szemecskézett magot rejt közepében, s melyek meglehetősen szabályosan dől-körösen vannak elhelyezve s a spóra szemecskés plasmájának azon maradékát, mely a sarlóalakú sejtek képződésére nem használtatott fel (nucléus de reliquat, SCHNEIDER) körül foglalták. Igen valószínű, hogy a sarlóalakú sejtek, miután a spóra szétrepedt héját elhagyták, vagy közvetlenül, vagy pedig, úgy mint az alább tárgyalandó Coccidiumok, amoebaszerű állapotban átmenve, változnak Gregarinákká. SCHNEIDER a *Monocystiseken* kívül számos más Gregarinának spóráiban észlelte a sarlóalakú sejtek képződését, másoknál ellenben soha sem; ez utóbbiaknál a fejlődés valószínűleg azon menetet követi, melyet VAN BENEDEN EDUÁRD vizsgálatai után a *Gregarina giganteáról* ismerünk.

A nevezett bűvár¹ a Hommarus belében élő s

¹ Sur un appareil de dissémination de Gregarina et Stylorhynchus. CR. T. 80. (1875) 432.

² Sitzungsber. d. kais. Akad. Bd. 48, Wien (1863) 204.

³ Zoologie I. Bd. Wien. (1871) 314.

⁴ Id. mű 219.

⁵ Id. mű 400.

¹ Id. mű.

egész 16 mm.-nyi óriási nagyságot elérő *Gregarina giganteával* s ennek spóratokjaival együtt igen apró, amoebaszerűleg mozgó, burok és mag nélküli, szemecskés protoplazmatestecskéket talált, melyek igen hasonlítottak HAECKEL *Protamoeba agilis*éhez és *P. primitivajához*. Ezen amoebaszerű Monerek, mint további fejlődésök mutatja, a *Gr. giganteához* tartoznak s nyilván ezeknek spóráiból, — melyekben sarlóalakú testecskéket nem észleltek, — bujtak ki. A mozgó Monerek között pihenők is akadtak, melyekből egy rövidebb, mozdulatlan s egy hosszabb féregszerűleg mozgó sarjadék indult ki. Az utóbbi rövid idő alatt befűződött, míg az előbbi magába vette a maradéklasmát s végre mindkét sarjadék elkezdett mozogni. A fiatal Gregarinák fejlődésük ezen szakán, alakjukat s mozgásukat véve tekintetbe, igen hasonlítanak parányi Nematódokhoz, s ezért VAN BENEDEN *Pseudofilariáknak* nevezi. Az igen élénken kigyózó Pseudofilariák mozgása lassankint lomhább lesz s plasmájukban oly módon, miként a kristályok válnak ki az anyagból,¹ mag s e körül világos udvar válik ki; a test nyulánságát lassankint elveszti, zömökebb lesz, felületén pedig vékony burok válik ki, s lépésről-lépésre követhető, mily módon éri el a Pseudofilaria a Gregarina jellemző alakját s szervezetét. Ezen Pseudofilariákat valószínűleg már más bűvárok is együtt találták a Gregarinákkal, s nyilván ez indította arra, hogy, miként már fentebb kiemeltük, a Gregarinákat a Nematódokkal hozzák kapcsolatba; különben a Gregarinák társaságában valódi Nematódok is gyakoriak, s így a Pseudofilariáknak fiatal Nematódokkal való összetévesztése még inkább megmagyarázható.

Ezen vizsgálatok szerint úgy látszik, hogy a Gregarinák, fejlődésüket tekintve, két csoportra oszlanak; az egyik csoportot képviselő Gregarináknál a spórák tartalma sarlóalakú sejtekre oszlik szét, melyek kiszabadulva, valószínűleg közvetlenül átváltoznak Gregarinákká, míg a másik csoportot oly Gregarinák képezik, melyeknél a spórák tartalma egy ideig amoebaszerű Moner alakjában él, melyből sarjadzás által két-két Pseudofilaria fejlődik, melyek végre Gregarinákká fejlődnek; amazoknak sarlóalakú sejtjeit tehát az utóbbiaknak Pseudofilariáival tarthatjuk egyenértékűeknek.

GABRIEL-nek vizsgálatai után,² melyek ezen bű-

vár halála miatt befejezett s részletesen kifejtett alakban nem jutottak nyilvánosságra, az előadottaktól igen eltérő s igen bonyolódott képet nyertünk a Gregarinák fejlődéséről. GABRIEL a földi gilisztának heréjében és testűri folyadékában, valamint több tengeri dendrocoel Turbellafélének, Annelidnek s Crustaceumnak belsejében sajátságos plasmátömegeket talált, melyek a Gregarinák fejlődés-, illetőleg alakkörébe tartoznak. Ezen plasmátömegek, — melyeket *primitiv plasmának* nevez, — egészen egyeneműek, szemecskétlenek, magnélküliek, korong-, lemez-, orsóalakúak s igen változó nagyságúak; majd mozdulatlanok, majd ismét egészen sajátságos mozgás észlelhető rajtok, mely mind az amoebaszerű, mind a csillószőrös, mind az összehúzó mozgástól különbözik s még legtalálókban rángatódzásnak volna nevezhető. Ezen plasmodiumok, vagy, mint GABRIEL nevezi, *Synamocbák*, a Gregarinák spóráinak pálczikáiból (sarlóalakú sejtjeiből?) összeolvadás útján képződnek, s vagy állandóan megtartják társas összeköttetésüket, s ez esetben mindvégig plasmodiumalakban maradnak, vagy pedig szétesnek egyes részekre, s ezek azután Gregarinákká fejlődnek. Máskor ismét a spórák pálczikái a társas összeköttetésből kiválva, az amoebaállapot átugrásával közvetlenül Gregarinákká fejlődnek. A Julusban élő *Gregarina paradoxánál* a spóráképződést soha sem előzi meg betokozódás.¹ Némely Gregarinák végrespórákat nem képeznek, hanem közelebről le nem írt, kevésbé komplikáltnak jelzett módon szaporodnak. GABRIEL-nek töredékesen közölt s rövidségük miatt nehezen érthető közleményei, melyek hosszas, de fájdalom, befejezetlenül maradt vizsgálatokra támaszkodnak, minden esetre figyelmet érdemelnek, s további bűvárlatokat tesznek szükségessé.

Ismereteink jelen állásán alig szenvedhet kétséget, hogy az ú. n. *gömbölyű és tojásalakú psorospermiumok*, vagy, miként LEUCKART újabban nevezi, a *Coccidiumok*,² a Gregarinákkal közeli rokonságban állanak. Sokkal lazábbnak látszik a rokonsági viszony a Gregarinák s az ú. n. *Hal-psorospermiumok*, valamint a még mindig igen rejtélyes természetű MISCHER-féle *tömlők* (RAINEY-féle *testek*) között; mindemellett szükségesnek tartom e helyen nem csupán a Coccidiu-

(1880) 569. — Ueber Primitives Protoplasma. Jahresber. der schles. Gesellsch. f. nat. Cult. 1871. V. ö. BÜTSCHLI, Zoolog. Jahresber. für 1879. Leipzig. (1880) 164.

¹ Id. ért. Zoolog. Anzeiger III. (1880) 571.

² Die Parasiten. I. Bd. 2. Aufl. (1879) 249.

¹ Id. mű, 337.

² Zur Classification der Gregarinen. Zoolog. Anz. III.

moknak, hanem az utóbbiaknak fejlődéséről s szaporodásáról is, — a mennyiben ez egyáltalában ismeretes, — röviden megemlékezni.

A *Coccidiumok*,¹ kifejlett állapotban, részint gerinceseknek (ember, majom, denevér, vakond, kutya, borju, juh, házinyúl, egér, patkány, tyúk, veréb, béka, halak), részint gerinczteleneknek (Helix, kephalopodok, Litholius forficatus) bizonyos sejtjeiben, leggyakrabban a bélcsatornának s az epejáratoknak hámsajtjeiben, vagy bizonyos mirigysejtjeiben tanyáznak, a gazdasejtet, mely rendszeren csak egy élősdit tartalmaz, csaknem egészen kitöltve s elsoványítva; minthogy pedig rendszeren tömegtelen mennyiségben fertőztetik meg a gazdaállatot, halálra vezető kóros folyamatokat, gyakran egész epidemiákat idézhetnek elő, mint ezt különösen EIMER-nek vizsgálatai bizonyítják. A házinyúl májában gyakran terjedelmes gumókat képező Coccidium-fészkeket több bűvár gümőkóros, vagy rákos elfajulásnak, vagy más pathologiai képződményeknek tartotta.² A teljes nagyságokat elért Coccidiumok gomba-, vagy tojásalakú sejtek, melyek a Gregarinákéval megegyező durván szemecskézett plasmájokban nagy, világos hólyagocskalakú magot tartalmaznak. Szaporodásra készülve, finom külső burkon belül kemény héjat, tokot, választanak ki, mely egyik végén többnyire mikropyleszerű nyílástól van áttörve; maga a plasmatest a toktól többé-kevésbé visszahúzódik s a Coccidiumok fejlődésöknek ezen szakán egészen petékhez hasonlítanak s élősdű férgek petéivel sokszor össze is tévesztettek. A betokozott Coccidiumok plasmája vagy magában a gazdaállatban, vagy rövidebb-hosszabb pihenés után a szabadban (nedves földben) 4 vagy több részre oszlik, melyeknek mindegyikéből egy-egy sarlóalakú sejt fejlődik, melyek egészen megegyeznek a Gregarinák pseudonavicelláiban fejlődött sarlóalakú sejtekkel, s BÜTSCHLI vizsgálatai szerint, finoman szemecskézett plasmájokban hólyagocska-

alakú magot rejtenek. A tokokból kiszabadult sarlóalakú sejtek elég élénken mozognak; majd egymás felé hajlik két végük, majd megnyulnak, s BÜTSCHLI szerint, legáltalában a mászó Euglenákéval összehasonlítható mozdulatokat végeznek; de úszni is képesek, még pedig meglehetősen gyorsasággal; EIMER szerint végre Amöba szerű állabakat is tolhatnak ki s ily alakban szintelen vér- és genyisejtekkel könnyen összetéveszthetők. Ezen apró sejtek végre bevándorolnak ismét a megfelelő gazdasejtbe, melyben Coccidiumokká fejlődnek.

Az ú. n. *Hal-psorospermiumok*, helyesebben *Hal-psorospermium-tokok*,¹ vagy, mint BÜTSCHLI az igen különböző értelemben használt psorospermium kifejezés kikerülése végett nevezi, a *Myxosporidiumok*, majd gömbölyüded, majd tömlő, vagy kolbászalakú mikroszkópi, vagy 1—3 mm.-nyi nagyságot elérő plasmátömegek, melyek édesvízi és tengeri halak különböző szerveiben igen nagy elterjedésben élődnek s majd a különböző szövetekbe vannak befészkelve, majd ismét a szervek belső üreinek felületén tanyáznak. Leggyakoribbak a halak epe- és húgyhólyagában s a kopoltyú lemezek állományában. A halakon kívül LIEBERKÜHN még a békák veséjében is tömegtelen mennyiségben találta.

A Myxosporidiumok plasmája majd élesen el van különölve ektó- és entoplasmára, majd ismét csak szerfelett gyengén van rajtok ezen elkülönödés kifejlődve. Az ektoplasmát szemecskétlen, néha finom sugaras sávolyzat, máskor sajátos világos hálózat járja át, az entoplasmát pedig kisebb-nagyobb zsírfényű rögöskéktől szemecskézett s vagy szintelen, vagy barnás, vagy sárgászörös festőanyagtól színezett. Ezen festőanyag a Myxosporidiumnak nyilván nem saját terméke, hanem a környezetből vétetett fel. Az epehólyagban élő Myxosporidiumok legalább epeszínűek, a csuka húgyhólyagát többnyire összefüggő nyálkás rétegben bevonó Myxosporidiumok sárgászörös színűek, s ezen szín okvetetlenül a gazdaállat véréből származik, BÜTSCHLI legalább haematoidin-kristályokat mutatott ki a csuka Myxosporidiumainak entoplasmájában. Ugyancsak BÜTSCHLI azt is kimutatta, hogy

¹ KLOSS, Ueber Parasiten in der Niere von Helix. Abh. d. Senckenberg. Naturf. Gesellsch. I. (1855) 189. Id. LEUCKART id. m. — EIMER Ueber die ei- und kugelförmigen Psorospermien der Wirbelthiere. Würzburg, 1870. — SCHNEIDER, Note sur la psorospermie du poulpe; és: Note sur les rapports des psorospermies oviformes aux véritables Grégaires. Arch. Zoolog. exper. T. IV. LEUCKART, Bericht. AN. 42. (1876) II, 598. — ZÜRN, Die kugel- und eiförmigen Psorospermien als Ursache von Krankheiten bei Hausthieren. Leipzig, 1878. — LEUCKART id. mű. — BÜTSCHLI, Kleine Beiträge zur Kenntniss der Gregarinen. ZWZ. 35. 405.

² V. ö. LEUCKART id. mű. 256.

¹ MÜLLER J. Ueber eine eigenthümliche parasitische Bildung mit specifisch organisirten Samenkörperchen. AAP. (1841) 477. — LEYDIG és LIEBERKÜHN id. ért. — BALBIANI, CR. T. 57. 157. — GABRIEL, Berichte der schles. Gesellsch. f. d. J. 1879 p. 26. BÜTSCHLI ut. id. — SCHNEIDER id. mű. — BÜTSCHLI, Beiträge zur Kenntniss der Fischpsorospermien. ZWZ. 35. (1881) 629.

valamennyi Myxosporidium entoplasmája igen nagymennyiségű apró magot tartalmaz, mely a többi bűvárok figyelmét egészen elkerülte: a fától, mint BÜTSCHLI mondja, nem látták az erdőt. Ezen sajátosságos plasmodiumok amoebaszerű alakváltozásokra is képesek; az entoplasma néha oly boholszerű nyulványokat tol ki, mint némely Amœbák testök hátsó, azaz a haladási iránynyal ellenkező végén, máskor finom merev szőrszerű vagy rövid, aganesszerűleg elágazó nyulványok nyomulnak ki az egész test felületén. A szabad felületeken élő Myxosporidiumok buroktalanok, a halak kopoltyúlemezeiben fészkelőknek felületén ellenben BÜTSCHLI meglehetősen vastag körülburkoló réteget talált, mely szemecskés állományában igen nagyszámú magvakat tartalmaz, s talán nem magához a Myxosporidiumhoz tartozik, hanem a gazdaállat környező kötőszövetéből vált ki.

A Myxosporidiumok spórái kisebb-nagyobb számmal az entoplasmában képződnek; spórákat igen különböző nagyságú Myxosporidiumok tartalmaznak, sőt spórák nélküli plasmodiumokat csak ritkán lehet találni. A kifejlődött spórák tojásdadok, vagy orsóalakúak, egyik végük gyakran farkszerű nyulványba csap át, kemény héjjal borítottak, mely, mint a Diatomeák pánczéla, gyakran két egyenlő félből van összetéve; ezen héj vagy egyik sarkán, vagy mindkettőn szűk nyílással van áttörve. A spórák tartalma szemecskés plasmából áll, melyben BÜTSCHLI nagy világos magot mutatott ki; a spóráknak igen jellemző részeit képezik az ú. n. *saroktestek* vagy *saroktokok* (*Polkörperchen*, *Polkapseln*), melyek a régibb bűvárok figyelmét sem kerülték ugyan ki, finomabb szerkezetüket azonban csak az újabb bűvárok, különösen BALBIANI, SCHNEIDER és BÜTSCHLI mutatták ki. Ezen saroktestek, — melyek rendszeren kettesével fordulnak elő egy-egy spórában, még pedig vagy mindkettő a spóra ugyanazon végén, vagy a két ellenkező sarkon, — többszörös pörgejázatban csavarodott, finom, hosszú fonalat rejtene, s teljesen megegyezni látszanak a Zoophytek csalántokjainak szerkezetével, mely megegyezést még kiegészíti az, hogy a fonalak bizonyos körülmények között a spóratokok nyílásán keresztül kilövellenek. Hogy mire valók ezen sajátosságos csalántokszerű képződmények, ez idő szerint egészen ismeretlen; BALBIANI azon felfogása, hogy a kryptogamok antherozoidjainak megfelelő termékenyítő elemek, semmi észleleti tényre sem támaszkodik s mint ilyen el nem fogadható, — talán parittyakészüléknek felelnek meg, mely a spórák szétszórásánál szerepel, — feltéve ter-

mészetesen, hogy a spóráknak tekintett képződmények csakugyan spóráknak felelnek meg.

Hogy a spórák a plasmatest belsejében képződnek, azt már a régibb bűvárok is tudták, azonban BÜTSCHLI vizsgálatai némi feleletet adnak arra, hogy mily módon megy véghez a spórák kifejlődése. BÜTSCHLI a csuka azon Myxosporidiumainak belsejében, melyek kifejlődött spórákat még nem tartalmaztak, nagyszámú halvány, kevésbé szemecskézett plasmagömböcskéket talált, melyeknek mindegyike legalább is hat, néha még több világos magot tartalmazott. Ezen gömbök nyilván oly módon képződtek, hogy az anyaplasmának egyes tömegei magukat körülzáró gömbökké különültek. A spórák mindig hat magot tartalmazó gömbökből képződnek, melyeknek felületén finom burok válik ki, míg a plasmatömeg két félre oszlik, melyeknek mindegyike 3—3 magot tartalmaz. Ezen három magot tartalmazó gömbök egy-egy spórává alakulnak: testük megnyúlik, a spórák jellemző alakját veszi föl, végre héjat választ ki felületén. Az egyik mag megmarad s a spóra magjává lesz, míg a másik kettő, mely a saroktestek helyét foglalja el, csakhamar ismét elenyésszik, hogy helyükbe a saroktestek lépjenek; ezek azonban nem a magokból, hanem az ezek mellett korán megjelenő kis fényes gömbből képződnek.

A Myxosporidiumoknak spóráikból való kifejlődése egészen ismeretlen. LIEBERKÜHN ugyan a béka veséjében tenyésző Myxosporidiumokról azt állítja, hogy ketté repedt spóráikat egy-egy apró Amœba hagyja el, mely lassankint Myxosporidiummá növekedik; ezen észlelet helyességét azonban újabb bűvárlatok nem erősítették meg, s ismereteink jelenlegi állásán még annak lehetősége sincs kizárva, hogy az általánosan spóráknak tartott sajátosságos tokok valaképpen semmi viszonyban sem állanak a Myxosporidiumok szaporodásával.

Az ú. n. MIESCHER-féle tömlők (*Psorospermium-tömlők*), vagy RAINEY-féle testek,¹ melyek, miután MIESCHER 1843-ban a házígér izmaiban felfedezte,²

¹ V. ö. MANZ, Beitrag zur Kenntniss der MIESCHER'schen Schläuche. AMA. III. (1867) 345. — LEUCKART, Die Parasiten etc. II. Aufl. 1 Bd. (1879) 251. — BARANSKI, Oesterreichische Vierteljahresschr. f. Veterinaerkunde 51 Bd. II. Aufl. Id. SZENTKIRÁLYI által. — SZENTKIRÁLYI ÁKOS, A MIESCHER-féle tömlők. Kolozsvárt. 1880.

² Bericht über die Verhandlungen der Naturforsch. Gesellsch. zu Basel (1843) 143. V. ö. Histologische Mittheilungen. ZWZ. V. (1853) 189, és Zusatz von Prof. SIEBOLD u. o. p. 199.

nagyszámú bűvart foglalkoztattak, s melyeket majd kóros képződményeknek (HESSLING, ROLOFF), majd fiatal borsókáknak (RAINEY), majd élősdigombáknak (SIEBOLD), vagy éppen a *Synchytrium*-nembe tartozó *Chytridium*-féléknek (*Synchytrium Miescherianum*, KÜHN), majd szájnylással ellátott (SCHMIDT) vagy szájnélküli csillószőrös ázalekállatkáknak (RIVOLTA) tartották, míg mai nap LEUCKART kezdeményezésére,¹ többnyire a *Psorospermium*-tokokkal együtt a *Gregarinák* rokon élősdieknek tekintik őket, bár a rokonsági viszony, miként LEUCKART is hangsúlyozza, ez idő szerint korántsem tekinthető bebizonyítottnak.

Ezen élősditömlők különböző növényevő emlősök harántcsikolt elemei izomrostjaiban, a *Trichinák* módjára fészkelnek s mai nap már igen számos növényevő emlősből ismeretesek; a disznókban oly gyakoriak, hogy RIPPING állandónak mondja előfordulásukat, míg KÜHN az általa vizsgált sertések 98,5 százalékában találta. Nagyságuk majd mikroszkópi, majd ismét igen tekintélyes; így az általam a bivaly garatizmaiban találtak egész 12 mm-nyi óriási hosszúságot s 5—6 mm-nyi vastagságot érnek el.² A megtámadott gazdaállatban gyakran óriási mennyiségben fordulnak elő, s mint LEUCKART megjegyzi, néha az izomzatnak fele *Psorospermium*-tömlőkből látszik állani. Vajjon csakugyan nem ártanak-e ezen tömlők a gazdaállatnak miként LEUCKART állítja, vagy bizonyos kóros tünetek, nevezetesen a kérődzők lélekzési nehézségeit, sőt megfulladását a garatizomzatukban fészkelő élősdiek okozzák-e, mint DAMMAN, LEISERING és NIEDERHÄUSERN állítja, azt további vizsgálatok fogják eldönthetni.

A tömlők orsóalakúak s kifejtett állapotban meglehetősen vastag és szivós burok által vannak körülvárva, mely, SZENTKIRÁLYI szerint, a bivaly legnagyobb tömlőin egészen egyneműnek látszik. Fiatal tömlők burka finoman harántul sávolyzott, mint maga az elemei izomrost, melyben fészkelnek. Az idősebb tömlők burkát a legtöbb bűvár sugarasan elhelyezett pálczikákból összetettnek állítja, mely pálczikák bizonyára nem felelnek meg csillószőröknek, mint a minőnek RAINEY és újabb bűvárok is tartották. Kérdés, vajjon a burok a tömlőhöz, vagy pedig a fészkeül szolgáló fibrillákra bomlott izomrosthoz tartozik-e? VIRCHOW, BARANSKI, SZENTKIRÁLYI és mások az utóbbi, míg számos bűvár LEUCKART-tal együtt az előbbi nézetben osztozik.

A tömlők tartalmát finom gerendázat sokszögletes rekeszekre osztja, melyek fiatalabb tömlőkben erősen fénytörő rögcsekkén kívül halvány, finom szemecskézett protoplazma-gömböket s ezek ismét MANZ szerint,¹ egy-egy halvány magot tartalmaznak, s szintelen vérsejtekhez igen hasonlítanak; SZENTKIRÁLYI mag- és hártyanélküli, továbbá egy- és sok magot rejtő, protoplazma-tömegcskékről teszen említést.² Idősebb tömlők rekeszeit vese-, paszuly- vagy sarlóalakú testecskék töltik ki, melyek finom hártáival burkolvák s átlátszó plasmájukban kevés, vagy nagyszámú zsírfényű gömböcskét, MANZ szerint továbbá még egy közepett álló halvány magot tartalmaznak. Az utóbbiaknak a szintelen vérsejtekhez hasonló gömbökből való fejlődését MANZ következőleg adja elő: a halvány sejtek plasmája a fejlődés ezen szakán igen jól kivethető finom buroktól részben visszahúzódik s a burok megpukkantával mint élesen körvonalazott, jól kivethető maggal ellátott, paszulyalakú sejt kisbadul. HESSLING és MANZ a paszulyalakú sejteknek haránt irányban való oszlásáról is említést tesz; az utóbbi bűvár oszlást csupán fiatal tömlőkben észlelt.

WALDEYER szerint³ ezen kifialakú testecskéken kétféle mozgás észlelhető: ú. m. hossz tengelyük körüli ide-oda forgás, és sarkaiknak egymás felé való hajlása, mely mozgásuk humor vitreusban 2 át órán is eltartanak. Más bűvárok azonban ezen mozgások létét nem erősítették meg.

A paszulyalakú sejtek további végzetéről, valamint a MIESCHER-féle tömlők fejlődéséről egyáltalán semmit sem tudunk; LEUCKART-nak és SZENTKIRÁLYI-nak etetési kísérletei semmi pozitív eredményre sem vezettek. Ha ezen rejtélyes élősditömlők ismereteinknek jelenlegi igen tökéletlen állásán mégis a *Gregarinák* hozatnak rokonsági kapcsolatba, ez egyedül csak azon föltevésen alapszik, hogy a paszulyalakú sejteket a *Gregarinák* s a *Coccidium*oknak sarlóalakú sejtjeivel egyenértékűeknek tartják.

2. Gyökérlábúak.

Míg a *Gregarinák*nál ez idő szerint csupán egyetlen, t. i. a spórák útján való szaporodási mód ismert: addig az újabb bűvárlatok a gyökérlábúaknál —

¹ Die Parasiten etc. I. Aufl. 240.

² Kolozsvári orv. term. tud. ért. 1878. 31.

¹ Id. mű 348.

² Id. mű 6.

³ V. ö. SZENTKIRÁLYI id. mű, 7.

bár szaporodásuknak jelenlegi ismerete legkevésbé sem mondható kielégítőnek — többféle szaporodási módokat derítettek ki. Meg kell azonban már e helyen említenem, hogy a különböző bűvároktól leírt szaporodási módok egyesei igen valószínűen épen úgy élősdiéktől történt fertőzésre vezetendők vissza, mint némely ú. n. szaporodási módok az ostoros és csillószőrös ázalekállatkáknál. A jelenleg ismeretes s kétségkívül szaporodási módok közé tartozik az oszlás és sarjadzás, továbbá endogen úton fejlődött belső sarjak útján történő, eddigelé csak kevés gyökérlábúnál észlelt s meglehetősen tökéletlenül ismert szaporodás.

A gyökérlábúak némelyei szaporodásra készülve, rendszeren betokozzák magokat, míg másoknál a betokozódás többnyire elmarad; ismét másoknál szaporodási tokokat épen nem észleltek.

Nagy jelentőség tulajdonítandó azon körülménynek, hogy számos gyökérlábúnak szaporodási sarjadékaik ostoros rajzók alakjában élnek egy ideig, miből a gyökérlábúak és ostorosok igen közeli rokonságára s bizonyos jogosultsággal arra is lehet következtetni, hogy a gyökérlábúak ez ostoros ázalekállatkáktól származtak.

Vajjon a gyökérlábúaknál gyakran észlelt egybekelés (conjugatio) van-e valamely bensőbb viszonyban szaporodásukkal, ez a csillószőrös ázalekállatkák egybekelési folyamatára támaszkodó analogia útján igen valószínűnek látszik ugyan, ismereteinknek jelenlegi tökéletlenségénél azonban véglegesen el nem dönthető. Annyi bizonyos, hogy az egybekelt párok között ivari különbségek nincsenek, s hogy a némely bűvartól leírt gömb- és fonálarakú apró testecskék ondónak bizonyára nem felelnek meg. Különben GRUBER-nek alább közlendő vizsgálatai minden kétség fölé helyezik, hogy a Monothalamiumoknál leírt egybekelések sarjadzásnak s oszlásnak egyaránt nevezhető szaporodási folyamatra vezetendők vissza.

a) Monothalamiumok.

Könnyebb áttekinthetés kedvéért legcélszerűbbnek tartom, ha a gyökérlábúak szaporodását az egyes csoportok szerint tárgyalom, s legelőször is — mint aránylag legtökéletesebben ismertekről, — a Monothalamiumokról akarok megemlékezni, melyekhez a karélyos és újjalakú állabakkal bíró Monereket (*Lo-bomonera*) is hozzásorolom, míg a sugaras állabúakat (*Rhizomonera*) a Heliozoumokkal együtt fogom tárgyalni.

Az egyszerű oszlási folyamat, melyet az Amoeba

felfedezője, ROESEL, már a múlt században észlelt, mai nap számos Monothalamiumnál ismeretes.

A magnélküli protoplazmatestnek két egyenlő részre való szétfűződését HAECKEL írta le több Lobomonernél (*Protamoeba primitiva*, *Pr. agilis*, *Pr. Schultzeana*).¹ Az Amœbáknak oszlását részletesebben GREEFF R. és SCHULZE E. F. tanulmányozta; az előbbi bűvár szerint a nedves földben élő *Amœba brevipes* teste közepett befűződik s az oszlási vonalba húzódott szemecskés mag a protoplazmával egyszerre oszlik két részre;² SCHULZE-nak egy tengeri Amœbán (*Amœba polypodia* M. SCHULTZE, mely valószínűleg azonos az édesvízi *A. radiosával* Ehrb.) tett észleletei szerint ellenben a magnak oszlása megelőzi a plasmának kettéfűződését.³ SZOROKIN *Gloidium quadrifidum* elnevezés alatt egy amoebaszerű Monert írt le, melyet négy, szabályosan keresztben álló befűződés egyszerre négy részre oszt.⁴

A héjat lakó Monothalamiumok csak ritkán oszlanak héjukkal együtt. Ilyen oszlást észlelt CIENKOWSKI a *Gromia* (*Liberkühnia*) *paludosánál*,⁵ s a *Lecythium hyalinumnál*.⁶ Az utóbbi hosszirányban oszlik, s a két oszlási fél közül az egyik megtartja a régi magot, a másikban pedig állítólag új mag képződik; míg az előbbinél, melynek habos plasmájában CIENKOWSKI nem volt képes magot kimutatni, haránt irányban megy véghez az oszlás.

Az épen tárgyalt édesvízi Monothalamiumokkal igen közel rokon *Microgromia socialis*nál HERTWIG-nek,⁷ valamint CIENKOWSKI-nak⁸ vizsgálatai szerint a héjon belül történik az oszlás, még pedig: HERTWIG szerint állandóan haránt-, CIENKOWSKI szerint majd haránt- majd hosszirányban. A protoplazmatest oszlását nyilván megelőzi a hólyagoeska alakú mag kettéoszlása. HERTWIG legalább két maggal bíró egyénről is tesz említést, melynek a plasmája oszlásnak nem indult; CIENKOWSKI szerint ellenben az egyik oszlási fél magja a másikban maradó

¹ Studien über Moneren. Leipzig 1870.

² Ueber einige in der Erde lebende Amœben — AMA. II. (1866) 31.

³ Rhizopodenstudien. AMA. XI. (1875) 592.

⁴ Ueber Gloidium quadrifidum. Morph. Jahrb. IV. Bd. (1878) 399.

⁵ Ueber einige Rhizopoden etc. AMA. XII. (1876) 33.

⁶ Id. ért. 39.

⁷ Ueber Microgromia socialis etc. AMA. X. Supplementb. (1874) 20.

⁸ Id. ért. 36.

régi magtól függetlenül képződnek. HERTWIG szerint a hátsó, CIENKOWSKI szerint ellenben a mellső oszlási fél amoebaszerű alakváltozásokkal kinyomul a héjból, tojásdad alakot vált s testének azon végéből, mely a magot tartalmazza, két finom ostor nő ki; ezeknek segítségével az ily módon képződött rajzó, melynek hátsó végében 1—2 üröcske lüktet, hossz tengelye körül hömpölyögve gyorsan tovább úszik, hogy bizonyos idei rajzás után pihenésre jutva, oszlási testvérehez hasonló monothalamiummá változzék. Az anyahéjat elhagyó oszlási fél azonban nem mindig változik rajzóvá, hanem ostorok helyett néhány finom állabát tolhat ki, melyeknek segítségével egy ideig Actinophrys-alakban mászkál. A rajzóknak actinophrys-szerű sarjakkal való helyettesítése — mint HERTWIG jogosan jegyzi meg — nem lephet meg, ha tekintetbe vesszük, hogy, — miként már fentebb is kiemeltük, — a csillószőrös mozgás módosulata az amoebaszerűnek, a csillószőrök, illetőleg ostorok csak módosulatai az állabáknak, melyektől csupán mozgásuk gyorsaságával és erélyével különböznek.

Oszláson kívül sarjadzás is ismeretes a héjat lakó Monothalamiumoknál, mely folyamatnál a héj szájadékából a protoplazma mintegy kinő, s ezen azután rügyekként sarjadzik a fiatal nemzedék. Ily folyamatot észlelt legelőször SCHNEIDER,¹ újabban pedig CIENKOWSKI a *Chlamydophrys stercoraceánál* (= *Diffugia Enchelys* Ehrb.),² melyet CIENKOWSKI a *Diffugia*-nemtől méltán választott el; továbbá én magam is észleltem a *Plectophrys proliferánál*.³

A sarjadzás és oszlás között mintegy közepett áll azon szaporodási folyamat, melyet rövid idő előtt GRUBER írt le az *Euglypha alveolata*- és néhány más Monothalamianál,⁴ s mely a héjákat lakó Monothalamiumoknak valószínűleg leggyakoribb szaporodási módját képezi. GRUBER ezen vizsgálatainak nem csak azért tulajdonítandó nagy fontosság, mert oly Monothalamiumokra vonatkoznak, melyeknek szaporodása mindeddig ismeretlen volt, s mert általuk egy számtalanszor észlelt, de legtöbbször tévesen magyarázott folyamat kellő értelmezésben részesült,

hanem különösen még azért is, mert kiderítették, hogy ezen szaporodás menetében a Monothalamiumok oszló magján ugyanoly finomabb szerkezeti változások jönnek létre, mint az oszlásban levő állati s növényi sejtek magján.

A héjat lakó Monothalamiumoknak alkalmilag párosan, egymást szorosan megfekvő szájadékkal való előfordulása már igen régóta ismeretes. A *Diffugiák* felfedezője, LECLERC, már 1815-ben rajzolt ily *Diffugiákat*, melyeket közösülésben levő pároknak tekintett,¹ s a Monothalamiumoknak minden újabb bűvára (CARTER, ARCHER, SCHULZE E. F., HERTWIG R. és LESSER) említést tesz párosával összefüggő gyökérlábuakról. Ezen látszólagos egyesülést a legtöbb bűvár egybekelésnek tartotta, csak a páronként összefüggő *Arcellákra* nézve merültek fel más vélemények. CLAPARÈDE és LACHMANN szerint az *Arcellák*, midőn régi héjuk szűkké kezd válni, újat készítenek s életükön át több ízben mintegy megvedlenek. Ezen folyamat kezdetén — mondja CLAPARÈDE és LACHMANN² — az *Arcellák* csaknem egészen kibujnak régi héjukból s testük ennek nyílása előtt nagy sarcodeszerű tömeget képez, mely felületén új héjat választ ki. Ekkor két oly *Arcellát* lehet szájadékukkal egymást megfekvő héjjal látni, melyek közül az egyiknek héja vastag és sötétszínű, míg a másiké vékony, egészen színtelen s csak később kezd megsárgulni; az előbbi a régi, az utóbbi az új héj. E közben az *Arcella* felváltva majd az egyik, majd a másik héjba húzódik. Testének egy részével azonban mindig a régi héjban marad s csak akkor költözik át egészen az új héjba, midőn ez kellő szilárdságot ért el. HERTWIG és LESSER, ki az *Arcellánál* ugyanezen folyamatot észlelte, kimutatta, hogy ez nem az egész *Arcella*-testnek az új héjba való költözködésével, hanem magának a gyökérlábú testének a régi és új héj közötti megoszlásával végződik; e szerint tehát az egész folyamat nem vedlésnek, hanem oszlásnak vagy sarjadzásnak felel meg,³ mit különben SCHNEIDER gyanításképen már régen kifejezett.⁴

GRUBER szerint az *Euglypha alveolata* szaporodása a következő módon megy véghez.

Az *Euglyphák* plasmájában oldalt a mag mellett

¹ Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien AAP. 1854.

² Id. ért. 42.

³ A szamosfalvi sóstóban élő gyökérlábuakról. Term. rajzi füz. I. (1877) 162.

⁴ Fortpflanzung bei *Euglypha alveolata*. Zoolog. Anz. Nr. 70. (1880) 582. Részletesen: Der Theilungsvorgang bei *Euglypha alveolata*. ZWZ. 35. (1881) 431. Továbbá: Die Theilung der Monothalamen Rhizopoden. ZWZ. 36. (1881) 104.

¹ V. ö. COHN, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Infusorien. ZWZ. IV. (1853) 261.

² Études. II. 445.

³ Id. mű 99.

⁴ Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. AAP. (1854) 206.

már a szaporodást megelőzőleg ugyanoly pikkelyek válnak ki, minők az Euglyphák tokját alkotják s melyeknek az Euglyphák s ezekkel rokon Monothalamiumok plasmájában való előfordulását az újabb bűvárok mindegyike észlelte. A szaporodási folyamat ily egyéneken avval veszi kezdetét, hogy a héj szájadékából egy protoplazma-sarjadék kezd kidagadni, mely rövid idő alatt a tokban maradó plasmarészlet alakját s nagyságát eléri, s melynek felületére húzódnak a már kész kovasav-pikkelyek s szabályosan elrendeződve az új tokot képezik. Ezen szakon a két egyén tényleg oly képet ad, mintha egybekelésben volna.

A mag a sarjadékban csak azután jelen meg, miután ez teljes nagyságát elérte, még pedig az anyamagból való lefűződés útján képződik. A szaporodásnak indult Euglyphák magja megnagyobbodik s egynemű halvány gömbbé változik, melyben finom szemecskék, majd kuszált sávok lépnek fel, mint FLEMMING és STRASBURGER vizsgálatai szerint az oszlásnak induló állati és növényi sejtek magjában (*«gomolyalak», Knäuelform*); ezt követi a magnak a véglény hossz tengelye irányában való megnyúlása, mi közben egyre világosabban jelennek meg a mag két sarkából egyenlítője felé húzódó délkörös sávok: azaz a magból a jellemző szerkezetű ú. n. *magorsó (Kernspindel)* fejlődik ki. A mag végre oly hosszúra nyúlik, hogy az Euglypha testén egészen végig húzódik; majd haránt irányban két egyenlő félre fűződik, melyek egyike a sarjadékba, míg a másik az anyasejt hátsó végébe húzódik. Erre mindkét mag elveszti sávolyzatát s oly halvány lesz, hogy alig különböztethető meg; ugyanekkor mindkét egyénnek plasmáját átjáró keringő áramlás indul meg, mely mintegy fél órai tartam után megszűnik. Erre a két mag rendes hólyagocskalakban ismét láthatóvá lesz, s a két egyén végre egymástól elválík.

GRUBER szerint egészen a leírt módon megy végbe a szaporodás a *Cyphoderiánál* is, s bizonyára megokolt azon feltevés, hogy valamint az Euglyphánál és Cyphoderiánál, úgy egyéb Monothalamiumoknál is a héjuk szájadékával egymásra borulva talált párok, ha nem is mindig, — miként GRUBER látszik vélni, — de mégis a legtöbb esetben, nem egybekelésben, hanem szaporodásban vannak. Ismereteink jelen állásán azonban tévedésbe esnénk, ha GRUBER felfedezése következtében a Monothalamiumok egybekelési folyamatának létét egészen tagadnók. — Nem tekintve ugyanis több nem egészen megbízható észleletet,

olyanokat t. i., melyeknél az egybekelési folyamatot kezdetétől végeig lépésről-lépésre nem követték, BÜTSCHLI megfigyelései után a Monothalamiumok valóságos egybekelése nem vonható kétségbe, mivel a nevezett bűvárnak sikerült az egybekelést az *Arcella vulgaris*-nál kezdetétől a két, ritkábban három egybekelt egyén ismét elválásáig végig követni.¹ GABRIEL szintén kezdetétől végig megfigyelte az egybekelési folyamatot a *Platoum (Trogloodytes Gabr.) Zosternél*.²

BÜTSCHLI-nek éppen említett vizsgálatai az *Arcella vulgaris* szaporodásának egy új módjával ismertettek meg. A szorosan elkülönítve tartott Arcellák plasmájának felületén, az egybekelés befejeztével 1—2 nap múlva, mintegy 8—10 üröcskével s maggal ellátott apró Amöba jelent meg, melyek a héjtól kissé visszahúzódtott Arcella-test felületén élénk alakváltoztatással mászkáltak s valószínűleg az anyaplasmából sarjadzás útján fejlődtek; egy alkalommal sikerült BÜTSCHLI-nek azt is megfigyelni, hogy az apró Amöbák a héj szájadékán át kimásztak. Ezen észleletekből azon következtetést lehet vonni, hogy az egybekelés gyorsított szaporodást, nagyszámú apró nemzedék fejlődését eredményezi; feltehető továbbá, hogy a fiatal nemzedék apró Amöbái héjat választva ki, Arcellákká változnak.

Buck vizsgálatai³ ezen feltevést megerősítik, másrészt azonban Buck határozottan kiemeli, hogy az apró Amöba-nemzedék fejlődését egybekelés nem előzte meg. Ezen bűvárnak felfogása szerint az Arcellák magjai, melyeknek száma, miként CARTER is kiemeli, eredetileg kettő, valódi sejteknek felelnek meg, melyek oszlás által szaporodván, az Arcella plasmáját gyakran egészen felhasználják s gömbökből összetett morulaszerű tömeggé változtatják. Ezen nagyszámú fióksejtek szaporodásra szolgálnak, még pedig vagy spórákat képeznek, melyek hosszabb pihenés után indulnak további fejlődésnek, majd közvetlenül a már BÜTSCHLI-től leírt apró Amöbákká változnak, melyek az anyahéjat elhagyva, egy ideig mint Amöbák élnek s oszlás által szaporodnak is; később finom héjat választanak ki s a *Pseudochlamys Patella*-alakon át, melyet már DUJARDIN sem tartott önálló

¹ Zur Kenntniss der Fortpflanzung bei *Arcella vulgaris*. AMA. XI. (1875) 459.

² Untersuchungen über Morphologie, Zeugung und Entwicklung der Portozoen. MJ. I. (1876) 543.

³ Einige Rhizopodenstudien. ZWZ. XXX. (1877) 4.

gyökérlábúnak, hanem fiatal Arcellának,¹ Arcellákká fejlődnek. — Bármily módon történjék az apró Amœbák fejlődése, annyi bizonyosnak látszik, hogy az Arcellák apró Amœba-nemzedék által is szaporodhatnak.

Igen parányi Amœba-nemzedék által való szaporodás GREEFF szerint más gyökérlábúaknál is előfordul: nevezetesen az *Amœba terricolanál*² s az óriási, egész 2 mm.-nyi nagyságot elérő *Pelomyxa palustrisnál*;³ mindkettőnél a magból képződnek a szaporodási testecskék, s ezért GREEFF a magot egyenesen szaporodási szervnek tekinti.

Az *Amœba terricolának* egyetlen nagy magjában gömbölyüded testecskék képződnek, melyek a magnak ezen gömböcskékre való szétesése után az Amœba plasmájába, innét pedig, GREEFF feltevése szerint, a szabadba jutnak, s igen apró Amœbákká változnak át, melyeken, parányiságuk dacára már felismerhetők az Amœba terricola jellemei.

A *Pelomyxa palustrisnak* nagyszámú magjában, GREEFF vizsgálatai szerint, szintén számos gömbölyű testecske képződik, melyek az anyamag burkának megpukkantával a protoplazmába jutva, itt oszlás által még szaporodnak, s GREEFF erős fényük miatt *fénylő testeknek* (*Glanzkörper*) nevezi ezeket. — Egyes összehúzódtott testű Pelomyxákból GREEFF egy maggal s lüktető üröcskével ellátott nagyszámú parányi Amœbákat látott kirajzani, melyek mint az Arcellák Amœba-nemzedéke, az Amœba Limaxhoz hasonlítanak, s GREEFF szerint az épen említett fénylő testekből képződtek. A legsajátságosabb az, hogy ezen parányi Amœbák csak rövid ideig tartják meg Amœba-alakjukat; mintegy félórai folydogáló mászkálás után ugyanis gömbökké húzódnak, majd hosszú, vékony, fonalas ostort nyujtanak ki s Flagellát-alakban rajzásra kelnek.

Hogy ezen rajzókból, — feltéve, hogy csakugyan a Pelomyxa fejlődésmenetébe tartoznak, — mily módon fejlődnek ki az óriási Pelomyxák, erre nézve GREEFF vizsgálatai semmi felvilágosítást sem adnak.

BÜTSCHLI szerint, kinek szintén alkalma volt az érdekes Pelomyxán vizsgálatokat tenni, a fénylő testekből majd gömbölyüded, majd sokszögletes, néha

egészen szabályos hexagonalis, vastaghéjú spórák képződnek, melyek a héjat egészen ki nem töltő protoplazmagömböt, s ezek ismét többnyire kivethető magot tartalmaznak. Amœbákat ezen spórákból BÜTSCHLI nem látott fejlődni, arról sem győződött meg s nem is tartja valószínűnek, hogy a fénylő testek a Pelomyxa magjaiban foglalt gömbökből képződnek.¹

Míg BÜTSCHLI legkevesebb alapot sem talál arra, hogy a Pelomyxa szaporodási testecskéi eredetileg a magból származnak s míg, miként HERTWIG R.² úgy ő is, — a sejtek szaporodásának jelenlegi ismeretére támaszkodva, — határozottan elveti azon feltevés lehetőségét, hogy a gyökérlábúak magja szaporodási szervnek felelhet meg,³ addig CARTER-nek és WALLICH-nek vizsgálatai⁴ látszólag GREEFF felfogását támogatják. Mindkét bűvár leírja az Amœbák s néhány héjat lakó Monothalamium magjában képződő apró gömböcskéket (*„granuliferous cells”* CARTER) s ezeket majd termékenyítő elemeknek (CARTER), majd szaporodási testecskéknak tartja; mindkét bűvár vizsgálatai sokkal tökéletlenebbek azonban, hogysem képesek volnának határozottan meggyőzni arról, hogy a mag gömböcskéi csakugyan szaporodásra valók. Részemről, — miként már fentebb kiemelttem, — a magból kirajzó gömbölyüded csírákat elősdieknek tartom, mit különben az Arcella magjában fejlődő csírákról BUCK is határozottan állít.⁵

Már fentebb említettem, hogy GABRIEL egy nedves földben tenyésztő Monothalamiumnál, melyet *Troglodytes Zoster* névvel jelöl, de melyet BÜTSCHLI-t⁶ követve, jogosan oszthatunk be a SCHULZE E. F.-től már előbb felállított *Platoum*-nembe,⁷ az egybekelési folyamatot megfigyelte; erre visszatérve nem hagyhatom említés nélkül azon sajátságos, eddigelé egészen egyedülálló szaporodási módot, melyet GABRIEL ezen Monothalamiumnál leírt. Az egybekelés után ismét szétvált

¹ Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung und Conjugation der Infusorien. Abh. der Senckenberg. naturforsch. Gesellsch. X. Frankfurt a. M. (1876) 362.

² Ueber Mikrogromia etc. 17.

³ Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge etc. 362.

⁴ V. ö. BÜTSCHLI, BRONN's Class. und Orgn. etc. 157.

⁵ Id. ért. 17.

⁶ BRONN's Class. und Ord. d. Thierreichs. I. Bd. Neue Bearb. Leipzig. (1880) 155 és 161.

⁷ Rhizopodenstudien, III, AMA. XI. (1875) 115.

¹ Hist. nat. des Infusorines, Paris. (1841) II. fig. 5.

² Ueber einige in der Erde lebende Amœben und andere Rhizopoden. AMA. II. (1866) 312.

³ Pelomyxa palustris (Pelobius), ein amœbenartiger Organismus des süßen Wassers, AMA. X. (1874) 51.

Platoumok plasmájában, miután a mag előtti sötét szemecskeöv elenyészett, nagyszámú apró gömböcskék képződnek, melyek egy ideig igen élénken hemzsegek, s GABRIEL szerint, termékenyítést végeznek. Erre az egész plasma, melyben mag többé nem különböztethető meg, finoman s egyenletesen szemecskézett «csiraállományjá» változik, melyet GABRIEL a sagrinpapírra emlékeztető szemecskézettsége miatt, «Chagrin» névvel jelöl. Később szétesik a Chagrin egyes rögökre, ezek pedig apró testecskékre, melyekből monasszerű ostoros rajzók (*Monostigma*-alak, mert csak egy üröcskéjük van) képződnek. Ezek kettesével hossz tengelyük irányában egybekelnek, majd egygyé olvadnak (*Diplostigma*-alak, mert a két egybekelt rajzó egy-egy üröcskéje egygyé-olvadás után is megmarad) s ostorukat elvesztvén, Platoumökká (Troglodytesekké) növekednek.

Végül ki kell emelnem, hogy ismereteink jelen állásán semmi biztosat sem tudunk arról, vajjon a Monothalamiumoknak számtalan bűvár észlelte betokozódása szaporodásukkal van-e valamely összefüggésben?

Ha mindezek után a Monothalamiumok szaporodásáról elbadottakra visszatekintünk, azon rövid végeredményre jutunk, hogy egész biztossággal csakis oszlás és sarjadzás útján történő szaporodásuk ismeretes; szóval csak azon szaporodási módok létét tudjuk határozottan, melyek az állati és növényi sejteknél ismeretesek. Valamennyi többi szaporodási mód okvetetlenül további beható tanulmányozást tesz szükségessé.

b) *Polythalamiumok.*

A Polythalamiumok szaporodására vonatkozólag csak egyes töredékes észleletek állanak rendelkezésünkre, melyek után határozottan csak annyit tudunk, hogy az egyes rekeszek belsejében, közelebről azonban még nem ismert módon, fejlődik ki az ifjú nemzedék, mely az anya-Polythalamiumnál rendesen kevesebb számú rekeszekre osztott vékony héjjal van ellátva.

Az első biztos adatot a Polythalamiumok szaporodásáról GERVAIS-nek köszönjük, kinek *Miliolaféléken* tett észleletei szerint a szaporodást közösülés, azaz egybekelés előzi meg, az új nemzedék pedig, mely az anya-gyökérlábú belsejében fejlődik, héjjal ellátva elevenen születik.¹

¹ Sur un point de la physiologie des Foraminifères. CR. (1847) 467.

GERVAIS észleletének helyességét megerősítette SCHULTZE MIKSA, kinek a Polythalamiumok szaporodására vonatkozó vizsgálatai mindeddig a legtökéletesebbek.¹ SCHULTZE a Miliola-félékhez tartozó *Triloculiná-nál* s egy *Rotaliánál* észlelte a szaporodást. Mindkettőnél 30—40 fiatal Polythalamium fejlődött a rekeszek belsejében; vajjon a fiatal nemzedék az anyahéj szétrepedése után, vagy pedig a héj szájadékán jut-e a szabadba, s vajjon kimerül-e egészen az anyai plasma, vagy nem, továbbá azon fontos kérdés, hogy mily módon indulnak a fiatal Polythalamiumok a rekeszek plasmataartalmában fejlődésnek, nemcsak SCHULTZE-nek, hanem WRIGHT, REUSS, CARPENTER és PARKER, valamint SEMPER² egyes újabb észleletei után is még megoldásra vár. Egybekelést sem SCHULTZE, sem a többi újabb bűvárok nem észleltek, s e szerint ez, úgy látszik, nem előzi meg okvetetlenül a szaporodást, mint GERVAIS állította.

Egy amerikai bűvár, POURTALES, közölte legelőször 1858-ban azon érdekes észleletet, hogy a rekeszekre nem osztott héjú *Orbulinák* belsejükben gyakran rejtenek többrekesztű *Globigerinákat*; ugyanezen észleletet tette POURTALES-től függetlenül KROHN is.³ SCHULTZE s utána mások is, ezen észleletet oly módon magyarázza, hogy a *Globigerinák* végső rekesze bizonyos nagyságot elérvén, mint a *Tænia proglottisai*, leválik, s *Orbulina*-alakban önállóan tovább él, s többrekesztű *Globigerinának* lesz anyjává. OWEN őrnagynak felfogása szerint ellenben, melyhez MACDONALD, ALCOCK és BRADY is csatlakozik,⁴ a *Globigerinát* rejtő *Orbulina* oly módon képződik, hogy a közönséges *Globigerinán* szerfelett nagy végső rekesz sarjadzik, mely az összes többi rekeszt körülnövi s magába kebelezi. — További vizsgálatok vannak hivatva eldönteni, hogy melyik felfogás felel meg a valónak.

Meg kell még itt emlékeznünk EHRENBURG felfogásáról, mely szerint a Polythalamiumok petékkel szaporodnak. Petéknek tartható gömbölyüded testeket észlelt DUJARDIN is néhány *Rotalia*-félének rekeszei-

¹ Beobachtungen über die Fortpflanzung der Polythalamien. AAP. (1856) 165. — És: Die Gattung Cornuspira unter den Monothalamien und Bemerkungen über die Organisation und Fortpflanzung der Polythalamien. AN. 26 Jahrg. (1860) 287.

² V. ö. BÜTSCHLI, BRONN's Class. u. Ordn. etc. 141.

³ V. ö. SCHULTZE, Die Gattung Cornuspire etc. 295.

⁴ BÜTSCHLI, BRONN's Class. u. Ordn. d. et p. 60 és 141.

ben.¹ Ugyanezen testecskéket végre SCHULTZE is megtalálta a Rotaliafélékben; vizsgálatai szerint azonban semmi sem szól azon felfogás mellett, hogy ezen apró, molekuláris szemecskékből összetömörült testek, melyek legerősebb savakban és égvényekben sem oldódnak, petéknek felelnek meg. Ujabban ismét CARPENTER írt le az *Orbitulites*-nek felelőlegesen fekvő rekeszeiben gömbölyüded és tojásdad, néha oszlásban levő és szilárd burokkal körüvezett testeket, melyeket szaporodási sejteknek tekint; MOSELEY szerint azonban ezen testek, melyek élő állapotban zöld színűek, bevándorolt egysejtű moszatoknak felelnek meg²; e szerint tehát azonosak az általunk fentebb állévalzöld-testecskéknél nevezett testecskékkal.

Mindezek után azon eredményre jutunk, hogy a Polythalamiumoknál ez idő szerint csupán belsejükben közelebről nem ismert módon fejlődött sarjak útján való szaporodás ismeretes; s ha ezt a Monothalamiumoknál ismeretes valamely szaporodási móddal kapcsolatba akarjuk hozni, BÜTSCHLI-vel³ csakis az Arcelláknak Amöbea-sarjak útján való szaporodására gondolhatunk.

c) Heliozoumok.

Kétséget nem szenved, hogy a véglények legközségebb szaporodási módja, az egyszerű kettéoszlás, a Heliozoumoknál is általánosan előfordul, bár eddigelé a be nem tokozott Heliozoumoknak oszlása aránylag csak kevésnél észleltetett: így az *Actinosphaerium Eichhornii*-nél, az *Acanthocystis turfacea*-nál és *A. aculeata*-nál, valamint az *Actinolophus pedunculatus*-nál és *Clathrulina elegans*-nál;⁴ az oszlási folyamat részleteiről azonban, nevezetesen a magnak az oszlás alatt való magatartásáról, úgyszólván sem-

mit sem tudunk. Érdekes HAECKEL-nek az *Actinosphaerium* s két Rhizomoneren, ú. m. a *Protomyxan* és *Myxastrum*on tett azon észlelete, hogy a mestersegesen több részre darabolt gyökérlábúak mindegyik darabja önállóan tovább él;¹ ugyanezt észlelte GREEFF az *Actinosphaerium*on kívül a már fentebb említett nagy amoebaszerű gyökérlábún, a *Pelomyxan*-²

Számos Heliozoumok oszlásra készülve, betokozzák magukat; ezekhez tartoznak az általunk a Heliozoumokhoz sorolt Rhizomonerek közül a *Vampyrellák*, melyek, miként már LÜDERS-nek,³ de különösen CIENKOWSKI-nak⁴ és HAECKEL-nek⁵ vizsgálataiból tudjuk, szaporodási tokjukat négy egyenlő részre, fiók-Vampyrellára oszolva hagyják el.

Betokozott állapotban véghez menő oszlási folyamatot ír le továbbá CIENKOWSKI az *Actinophrys Sol-nál*;⁶ továbbá ugyancsak CIENKOWSKI,⁷ SCHNEIDER⁸ és SCHULZE E. F.⁹ az *Actinosphaerium Eichhornii*-nél. Az utóbbi részleteiben egyike a véglények legérdekesebb szaporodási folyamatainak.

Az *Actinophrys Sol* állásugaraival visszahúzáván, élesen határolt tokot választ ki; kéregplasmája elveszti habos szerkezetét, bélplasmája pedig sötét gömbbé tömörül, melyet a megváltozott kéregplasma világos öv-ként vesz körül. Nehány óra múlva a bekövetkezett betokozódás után a belső tömött plasmagömb, mely nyilván a magot rejtő bélplasmának felel meg, két részre oszlik, s ezen két fiókgömb mindegyike külön, számos befelé álló gömbdudorokkal borított tokot választ ki; e közben a közös, külső burok elenyészik, s a plasma habos kéregrétegéből képződött világos övből is csak néhány szemecske marad vissza. Ezen tokok burka hosszabb pihenés után felduzzad, végre feloldódik, s az anya-véglény protoplazmatestének csupán egy ré-

¹ Studien über Moneren. 34.

² Id. ért. AMA. III. p. 396.

³ Einige Bemerkungen über Diatomeen-Cysten und Diatomeen-Schwärmsporen. Bot. Zeitung. 18. Jahrg. 1860. Nro 48. p. 377.

⁴ Beiträge zur Kenntniss der Monaden. AMA. I. Bd. 1865. p. 218. És: Ueber einige Rhizopoden und verwandte Organismen. AMA. XII. Bd. 1876. p. 24.

⁵ Studien über Moneren und andere Protisten, Leipzig. 1870. p. 163.

⁶ Id. ért. AMA. I. 227.

⁷ Id. ért. 329.

⁸ Zur Kenntniss der Radiolarien. ZWZ. XXI. (1871) 507. — És: Bemerkungen zur Entwicklungsgeschichte der Radiolarien. ZWZ. XXIV. (1874) 579.

⁹ Rhizopodenstudien I. AMA. X. (1874) 342.

¹ M. SCHULTZE, Ueber den Organismus der Polythalamien. Leipzig (1854) 26.

² BÜTSCHLI, BRONN's Class. u. Ordn. etc. 139.

³ Id. mű 142.

⁴ V. ö. R. GREEFF, Ueber Actinophrys Eichhornii. etc. AMA. III. (1867) 396. Ugyanaz: Die Radiolarien und radiolarienartige Rhizopoden des süßen Wassers. AMA. XI. (1875) 1. — CIENKOWSKI, Ueber Clathrulina, eine neue Actinophryen-Gattung. AMA. III. (1867) 311. — F. E. SCHULTZE, Rhizopodenstudien I. AMA. X (1874) 328. Ugyanaz: Rhizopodenstudien II. Ugyanott, 377. — R. HERTWIG und E. LESSER, Ueber Rhizopoden und denselben nahestehende Organismen. AMA. X. Bd. Supplementheft. (1874) 35. — R. HERTWIG, Ueber den Bau und die Entwicklung der Heliozoen. Jenaische Zeitschr. f. Naturwissenschaft. XI. (1877) 331.

széből (a bélplasmából) képződött *Actinophrys* ismét tevékeny életre ébred.

A betokozódás az *Actinosphaeriumok*-nál is avval veszi kezdetét, hogy az állásugarak visszavonása után a bélplasma tetemesen megtömörül, s habos szerkezetét egészen elveszíti, míg a kéregplasma üröcskéi megkisebbednek. Erre az egész felületen vastag, rétegzett, nyálkás kocsonyás tok választatik ki, melyen belül az *Actinosphaerium* egész teste szabályosan ismétlődő oszlások útján, akár az egyenlően s teljesen barázdolódó pete, mintegy 10—30 részre oszlik. Az oszlási folyamat végeredménye az, hogy az egyes oszlási sarjak, melyeknek mindegyike tömött plasmájában egyetlen magot tartalmaz, vastag, kívül érdes felületű, s átmetseti képpen többnyire hatszögletet mutató, kovasav héjat választ ki.

SCHULZE szerint az *Actinosphaeriumok* magjai az oszlást megelőzőleg, szemlátomást megfogynak; 100 és több mag közül csak mintegy 20—30 marad meg; azt azonban nem sikerült eldöntenie, vajjon a magoknak fogyását több magnak összeolvadása, vagy pedig a magok egy részének egyszerű elenyészése okozza-e.

SCHNEIDER vizsgálatai szerint ellenben a magok számának apadása a következő módon jő létre. A plasma eredetileg nem egy, hanem több, mintegy 8—10 magot tartalmazó gömbre oszlik, melyek közül kettő-kettő körül vékony burok válik ki, s ezen belül választja ki mindegyik többmagvú gömb a saját kovasavhéját, melynek kifejlődtevel a közös, finom burok elenyészik. Ily sokmagvú állapotban maradtak a betokozott oszlási sarjak júliustól decemberig, midőn a számos apró magnak egybeolvadása következtében egyetlen nagy mag jelent meg (peteállapot SCHNEIDER szerint).

Májusban azután szétestek a kovasavtokok s mindegyiket egy-egy, ismét nagyobb számú maggal ellátott *Actinosphaerium* hagyta el.

Ezek után SCHNEIDER következő képpen foglalja össze az *Actinosphaerium* szaporodását és fejlődését: «A kovasavtokba zárt egymagvú petéből a magnak barázdolódási folyamata következtében sokmagvú *Actinosphaerium* fejlődik. Ez növekedik, táplálkozik s szabad élete alatt — miként LIEBERKÜHN, STEIN és CIENKOWSKI vizsgálatai után ismeretes, — más egyénekkel való egybekelés útján közösül. Végre más módon kezd oszlani; nyúlványait behúzza s oszlási részletei kovasavat tartalmazó burkot nyernek. Ezen tokokon belül megy végbe a magok egygyeolvadása út-

ján a tulajdonképi termékenyítési folyamat, mely a fejlődésre képes petesejtet létrehozza.»¹

Ezen felfogással szemben ki kell emelnünk, hogy SCHNEIDER közvetlenül nem figyelte meg, hanem csak következteti azt, hogy a «petesejt» egyetlen magja több magnak egygyeolvadásából keletkezik, s e szerint a «petesejteknek» a termékenyítési folyamat egy neme útján való létrejöttét bebizonyított-nak alig tekinthetjük. Meg kell továbbá jegyeznünk, hogy az *Actinosphaeriumok*nak egybekelését, s ideiglenes, vagy állandó egygyeolvadását számtalanszor észlelték ugyan, sőt CIENKOWSKI-nak² oly módon, hogy az *Actinosphaeriumokról* egy-egy gömbszeletet lemet-szett, mesterségesen is sikerült az egymáshoz közelített *Actinosphaeriumokat* kettesével-ötösével egygyeolvasztani: mindemellett azonban arról, hogy az egybekelés alatt mily közelebbi viszonyba lép egymással az egybekelt egyének plasmája, esetleg magjai, mit sem tudunk, s így ezen folyamatot egész határozottsággal *közösülésnek* (Begattung) nem tekinthetjük. Végül ki kell még azt is emelnünk, hogy a kovasavhéjat elhagyó fiatal *Actinosphaeriumok* számos magjának a «petesejt» egyetlen magjából barázdolódási folyamat útján való fejlődését SCHNEIDER szintén csak gyanítja, de határozottan nem sikerült megfigyelnie.

SCHULZE szerint, mint említém, az oszlási sarjak kezdettől fogva egymagvúak s mint az állandóan egymagvú *Actinophrys Sol*-lal egészen megegyező gyökérlábúak hagyják el a kovasavtokot, s csak később, szabad életük alatt fejlődnek ki, közelebből nem ismert módon a nagyszámú magvak. — Hogy a két bűvárnak részben eltérő vizsgálati eredményei mily módon egyeztetethők meg egymással, azt további bűvárlatok fogják csak eldönthetni; egyelőre mint bizonyosat csak annyit tudunk, hogy az *Actinosphaeriumok* kemény kovahéjú oszlási sarjai hosszabb pihenés, nyilván minden esetben kitelelés után, egymagvú *Actinophrysok*, vagy sokmagvú *Actinosphaeriumok* alakjában jelennek meg. Az egész folyamat azon pihenő spórák képződésére emlékeztet, melyet, mint fentebb előadtuk, BUCK az *Arcella vulgaris*-nál észlelt.

Még inkább nevezhető spóráképződésnek azon szaporodási mód, melyet HAECKEL írt le a lanzerotei Puerto del Arrectife öblében felfedezett *actinophrys*-szerű *Rhizomonérről*, a *Myxastrum radians*-ról.

¹ Id. ért. ZWZ. XXI. (1871) 510.

² Id. ért. AMA. I. (1865) 229.

Ezen Moner gömbbé húzódván, betokozza magát s bizonyos idei pihenés után sugaras irányú oszlás által számos plasmarészletre darabolódik, melyek előbb elgömbölyödnek, majd orsóalakú testekké nőnek, felületükön pedig vastag kovasav héjat választanak ki. Izolálva alakjuk s kovapánczéluk miatt, ezen spórák könnyen Naviculákkal volnának összetéveszthetők, melyekből HAECKEL hosszabb idei pihenés után apró Myxastrumokat látott kibújni.¹

Az eddig tárgyalt valamennyi szaporodási módnál az oszlási felek, illetőleg a fiatal nemzedék, a kifejlődött Heliozoumok jellemző szervezetével bírnak, s ezekből legfeljebb nagysági arányok, vagy a magvak kisebb száma által térnek el. Az újabb vizsgálatok megismertettek azonban egy olyan átalakulással járó szaporodással is, melynél az ifjú nemzedék egy, vagy két finom fonalas ostorral ellátott monasszerű Flagellátalakban jelen meg s csak egy idei rajzás után tér ismét vissza a Rhizopod-alakba. Ugyanily rajzóképződés, mint fentebb láttuk, HERTWIG R. és CIENKOWSKI vizsgálatai után, egy Monothalamiumnál, a *Microgromia socialis*-nál is ismeretes.

Ezen rajzóképződést CIENKOWSKI fedezte fel egy Rhizomonénél, a *Protomonas* (*Monas Cienk.*) *amylini*-nél,² majd néhány más igen egyszerű szervezetű, de maggal ellátott actinophrysszerű Rhizopódnál (*Pseudospora parasitica*, *Ps. Nitellarum*, *Ps. Volvocis*), melyeket az előbbivel együtt a «*Monadinae zooporeae*» névvel jelölt csoportba foglalt össze.³ Ugyanily rajzóképződést ír le HAECKEL, két általa felfedezett Rhizomonénél, a *Protomyxa aurantiaca*-nál⁴ s a *Protomonas Huxleyi*-nél.⁵ Mindezen igen egyszerű szervezetű, sugaras állábú gyökérlábúak szaporodásra betokozzák magukat s egy idei pihenés után monasszerű Flagellátókból álló nemzedékre oszlanak, s ezek csak rövidebb vagy hosszabb rajzás után változnak ismét sugaras állábú gyökérlábúakká. Némelyek ezen rajzók közül, mint a Myxomycetek rajzói, képesek plasmodiumokká összeolvadni; ezt észlelte nevezetesen CIENKOWSKI a *Protomonas amyli*-nél, HAECKEL pedig a *Protomyxa aurantiaca*-nál.

¹ Studien über Moneren 34.

² Zur Genesis eines einzelligen Organismus. Bull. de la Classe. phys. math. de l'Acad. de Saint-Petersbourg. Tome XIV. (1856) 261.

³ Beiträge zur Kenntniss der Monaden. AMA. I. (1865) 213.

⁴ Stud. üb. Moneren 71.

⁵ Id. mű 169.

Az ostoros rajzók által való szaporodást azonban nem csupán igen egyszerű, hanem magasabb szervezetű Heliozoumoknál is ismerjük, nevezetesen a *Clathrulina elegans*- s az *Acanthocystis aculeata*-nál.

Ismét CIENKOWSKI-t illeti az érdem, hogy a rajzóképződést a *Clathrulina*-nál felfedezte.¹ Ezen érdekes Heliozoum, mely hosszú, merev kocsányán ülő, szabályos közökben nagy, kerekded nyílásokkal áttört igen díszes, gömbölyű kovahejjal van közülzárva, miután hosszabb időn át egyszerű kettéoszlás által szaporodott, állabait visszavonva, héján belül gömbbé húzódik, s ismételt oszlás útján négy részre oszlik, melyeknek mindegyike elgömbölyödik, s kemény, GREEFF szerint tüskékkel borított tokot választ ki,² melyek több hónapon, nyilván egész télen át pihennek. A pihenés időszakának elteltével minden tokot egy-egy rajzó hagyja el, mely tojásdad testének egynemű plasmából álló mellső végében egy hólyagocskaalakú magot, a hátsóban számos sötét szemecskét tartalmaz, s mely mozgása után itélve, bizonyára egy vagy két ostorral van ellátva. Ezen rajzók nagy köröket írva le, mintegy 1—2 óráig mozognak, azután gömbbé húzódnak, sugaras állabakat tolnak ki, plasmájuk nagyszámú vacuolumokból habos szerkezetet nyer, végre kocsányt s áttört kovahejat választanak ki, s ezzel a rajzónak *Clathrulina*-vá átalakulása befejeződik.

HERTWIG és LESSER a *Clathrulina* rajzóképződésének még egy másik módját is észlelte.³ Ennél a *Clathrulina* protoplazmateste három egyenlőtlen részre oszlott, melyek a héj nyílásain kinyomúlva, közvetlenül rajzókká változtak, melyeknek mellső végén HERTWIG és LESSER határozottan megkülönböztetett két finom, fonalas ostort, hátsó végén pedig 2—3 lüktető üröcskét; e szerint ezen rajzók mindenben megegyeznek a *Microgromia* rajzóival. Miként CIENKOWSKI-nak, úgy HERTWIG-nek és LESSER-nek is sikerült a rajzókat mindaddig figyelemmel kísérni, míg rajzasuk befejeztével Heliozoum-alakot váltottak.

Rajzóképződést, mint már említém, az *Acanthocystis aculeata*-nál is észlelték, nevezetesen pedig HERTWIG.⁴ Nevezett bűvár többször akadt oly példányokra, melyeknél a gyökérlábú protoplazma-teste

¹ Ueber Clathrulina, eine neue Actinophryen-Gattung. AMA. III. (1867) 311.

² Ueber Radiolarien und radiolarienartige Rhizopoden des süßen Wassers. AMA. V. (1869) 467.

³ Ueber Rhizopoden etc. AMA. X. Suppl. (1874) 231.

⁴ Studien über Rhizopoden. Jenaische Zeitschr. X. (1877) 339.

s kovapálczikákból összerakott héja között 2—6 gömbölyüded, vagy tojásdad test foglalt helyet, melyeknek buroknélküli habos plazmájában egy-egy hólyagocskaalakú magot lehetett megkülönböztetni. Ezen testek egyesin, miután a héjon keresztül a szabadba jutottak, két ostor fejlődött, melyeknek segítségével nehézkesen hömpölygették magokat ide-oda. További kifejlődésüket azonban nem sikerült HERTWIG-nek kifürkészni, s ehhez képest eldöntetlenül hagyja, vajjon a szóban forgó képletek az Acanthocystis rajzói-e, vagy pedig élősdik szervezetek.

Hogy élősdiek nem ritkán fészkelik be magukat a Heliozoumokban, ezt éppen HERTWIG-nek az *Actinophrys Sol*-on test vizsgálatai bizonyítják. HERTWIG ugyanis egy Actinophrysból igen nagyszámú, parányi termetű, élénken hemzsegő Flagellátokat látott kirajzani, melyek igen valószínűn élősdik természetűek s nem tartoznak az Actinophrys fejlődésmenetébe.¹

Ugyaníly természetűek lehetnek azon Flagellátokká változó kis Amoebák is, melyeket GREEFF az *Actinosphaerium*-ból látott kirajzani,² s melyek, mint GREEFF egy más helyen megjegyzi, teljesen meg egyeznek a Pelomyxából kirajzó apró Amoebákkal,³ s ha ezek csakugyan élősdiek, úgy nyilván a Pelomyxa rajzói se lesznek egyebek.

Bármint álljon azonban a dolog az utóbb említett rajzókra nézve, annyi főleg CIENKOWSKI-nak, HAECKEL-nek s HERTWIG-nek pontos vizsgálatai után bizonyos, hogy a Flagellát-alak, mint ifjúkori alak, számos Heliozoumnál s mint fentebb előadtuk, a Monothalamiumoknál (*Microgromia*) is előfordul, mire jogosan lehet azon következtetést alapítani, hogy a Flagellátok és Heliozoumok a legbensőbb rokonsági viszonyban állanak, s hogy nyilván az összes gyökérlábúak a Flagellátokkal közös törzsből sarjadzottak. Ezen felfogás helyességében, ha a Radiolárokat, melyek ugyanezre nézve, mint alább látandjuk, a legnyomósabb érveket szolgáltatják, egyelőre nem is tekintjük, még különösen megerősít azon tényállás, hogy némely véglény az adott körülményekhez képest, úgy látszik kénye-kedve szerint képes a Rhizopod-alakot minden betokozódás nélkül, igen rövid idő alatt Flagellát-alakkal felcserélni. Ezen érdekes észleletet tette CIENKOWSKI az Actinophryshoz igen

közel álló *Ciliophrys infusionum*-on, mely sugaras állabait visszahúzza, egyetlen hosszú, finom ostort tölt ki hosszúdad alakot öltött testének a magot tartalmazó mellső végéből, s Flagellát-alakban azonnal rajzásnak indult.¹ Ugyanezt észlelte BÜTSCHLI egy a Ciliophrystól nemileg alig különböző, másik sugaras állabú gyökérlábún.² Ezekon kívül több amoebaszerű gyökérlábú is ismeretes, mely ujjalakú állabain kívül ideiglenesen, vagy állandóan ostort visel; ilyen a CLAPARÈDE és LACHMANN-tól leírt *Podostoma filigerum*,³ CARTER *Amoeba monociliatája*,⁴ SCHULZE E. F. *Mastigamoeba asperája*,⁵ a TATEM-től észlelt szabadon úszó Amoeba,⁶ és STEIN *Cercomonas ramulosája*,⁷ mely utolsónál különösen az Amoeba- és Flagellát-jellemek oly szoros kapcsolatban állanak, hogy valóban egészen az egyéni felfogástól függ ezen sajátosságos véglénynek a Rhizopodok, vagy mint STEIN teszi, a Flagellátok közé való beosztása.

Már fentebb említettük, hogy az egybekelés az *Actinosphaerium Eichhorni*-nél igen gyakori jelenség, melyet, miután KÖLLIKER felfedezte,⁸ COHN,⁹ CLAPARÈDE és LACHMANN¹⁰ s számos más bűvár észlelt. Ép ily gyakori az egybekelés az *Actinophrys* nemnél, melynél STEIN,¹¹ majd CLAPARÈDE LACHMANN,¹² GRENACHER,¹³ valamint HERTWIG és LESSER¹⁴ írták le. Az Actinophrysekhez közel álló *Ciliophrys infusionum*-nál CIENKOWSKI szintén megfigyelte az egybekelést, még pedig Rhizopód-alakú egyéneken, ép úgy

¹ Ueber einige Rhizopoden etc. AMA. XII. (1876) 29.

² Beiträge zur Kenntniss der Flagellaten etc. ZWZ. XXX. (1878) 269.

³ Étud. II. 441.

⁴ On freshwater rhizopoda of England and India. Annal. of nat. history, 1864. V. ö. SCHULZE al. id. ért. 583.

⁵ Rhizopodenstudien V. AMA. XI. 1874 583.

⁶ On freewimming Amoeba. M. micr. j. I. 352. V. ö. BÜTSCHLI id. ért. p. 271.

⁷ Der Organ d. Infus. III. Abth. I. (1878) I. Taf. IV. Abth. Fig. 1—5.

⁸ Ueber das Sonnenthierchen, Actinophrys Sol. ZWZ. I. (1849) 207.

⁹ SIEBOLD, Ueber die Conjugation des Diplozoon paradoxum, nebst Bemerkungen über den Conjugations-Process der Protozoen. ZWZ. III. (1851) 66.

¹⁰ Études III. 222.

¹¹ Die Infusionsthiere etc. 151.

¹² Id. mű id. h.

¹³ Ueber Actinophrys sol. Verh. d. physic. med. Gesellschaft. zu Würzburg. N. F. I. 1868. V. ö. HERTWIG és LESSER a. id. ért.

¹⁴ Ueber Rhizopoden etc. AMA. XX. Supplem. (1874) 174.

¹ Id. ért. 340.

² Sitzungsber. d. niederrh. Gesellsch. 1871. Jan. V. ö. HERTWIG id. ért.

³ Polomyxa palustris etc. AMA. X. (1874) 68.

mint a rajzokon.¹ Az Actinophrysok egybekelése oly gyakori, hogy néha több egybekelt, mint magános példányokra lehet akadni.

Mindezeknél nem csupán két, hanem több, néha 7, sőt 9 egyénből álló csoportok kelnek egybe, melyek, mint GRENACHER igen találóan megjegyzi, oly képet adnak, mint egy marék egymásba ragadt bojtortján. Az egybekelt egyének egy időre teljesen egygyeolvadnak, hogy később, úgy látszik, teljesen változatlanul ismét szétváljanak. Arra nézve, hogy az egybekelésnek van-e valami befolyása a szaporodásra, semmi biztosat sem tudunk, s e tekintetben igen eltérők a nézetek. COHN az Actinosphaerium egybekelését, az alsóbb moszatok s gombák egybekelését tartva szem előtt, a szaporodásra fontos folyamatnak gyanítja; ugyanily véleményben van SIEBOLD is, ki a Podophryának STEIN, egy Acinetának saját maga s az Actinosphaeriumnak KÖLLIKER és COHN észlelte egybekelését egyrészt az egyszerű moszatokéval, másrészt pedig a Diplozoonokká egyesült Diporpa-ikkal hasonlítja össze; újabban pedig, mint már fentebb alkalmam volt kiemelni, SCHNEIDER az Actinosphaerium egybekelését egyenesen «közösülésnek» nevezte. STEIN szerint ellenben az Actinophrysok egybekelése semmi bensőbb viszonyban nem áll a szaporodással, s ő az egész folyamatban nem lát egyebet, mint két vagy több egyének egy családdá, vagy teleppé való ideiglenes egyesülését.² CLAPARÈDE és LACHMANN, bár STEIN felfogása felé látszik hajolni, mégis óvakodik véleményt nyilvánítani s egészen a bölcselőkre bízva az egybekelés élettani értékéről való elmélkedést.³ HERTWIG és LESSER végre következőleg nyilatkozik: «Megfigyeltük, mily módon esett szét egy Actinophrys-csoport, mely négy egyénből állott, először két félre, melyek ismét két részre oszlottak. Az ily módon képződött 4 külön egyén közül kettő továbbra is elválva maradt, a többi kettő újra összeolvadt, a nélkül, hogy az egyesülés hosszabb ideig megmaradt volna. Az Actinophrys Sol egybekelésének egész menete s elterjedési módja reánk valamely történetes, s az életműködésekre kevésbé jelentékeny folyamat hatását teszi. Két Actinophrys találkozik s számos állábával összekuszálódik. Mozgásaiknak lassúsága következtében hosszasan maradnak egymással érintkezésben, s így a protoplazmának alkalma nyílik ana-

stomosis képzésére való hajlamát érvényesíteni, minek következtében az egyének mindinkább összefolynak. Több egyének összeolvadása az Actinophrys életére csak annyiban lehetne befolyással, hogy ezzel a táplálékfelvétel minden esetre megkönnyíttetik. Mert belátható, hogy idegen szervezetek a nagyobb ellenséges frontot nem oly könnyen kerülhetik ki, s hogy egy egész csoportnak álláb-erdeje nagyobb állatokat is gyorsabban legyőzhet, mint ez külön egyéneknél lehetséges volna.»¹

Mindezen magyarázatok, véleményem szerint, nem zárják ki annak lehetőségét, hogy az egybekelés mégis csak valamely viszonyban van a szaporodással; mert ha az Actinophrysok s Actinosphaeriumok plasmája egybekelés alatt, mint STEIN ellenében CLAPARÈDE és LACHMANN, valamint HERTWIG és LESSER határozottan állítja, ideiglenesen egészen egybefoly: bizonyára jogosult SCHNEIDER-nek azon feltevése,² hogy ezen teljes egygyeolvadás ideje alatt az egybekelt egyének plasmarészleteket (a nagyszámú maggal bíró Actinosphaeriumoknál talán magokat) is cserélnek ki, minek az egybekelve volt egyének oszlás útján való szaporodására előnyös hatása lehet; azok után legalább, a miket a csillószőrös ázalékállatkáknak egybekeléséről mai nap tudunk, ezt jogosan lehet feltennünk. Másrészt azonban azt is ki kell emelnünk, hogy STEIN-nak azon felfogása, hogy az Actinophrysok egybekelése nem egyéb ideiglenes telepképződésnél, támogatást nyer az által, hogy mai nap több oly Heliozoumot ismerünk, melyek számos egyénből álló telepekben élnek, melyeknek egyes tagjai majd ál-lábaikkal, majd külön vastagabb plasmaszalagokkal vannak egymáshoz fűzve. Ide tartozik két Rhizomonér, ú. m. a HAECKEL-től leírt *Myxodictyum sociale*³ s a SCHNEIDER AIMÉ észlelte *Monobia confluens*;⁴ továbbá két maggal bíró, actinophryszerű Heliozoum, ú. m. HERTWIG és LESSER *Rhaphidiophrys elegansa*⁵ s a GREEFF-től leírt *Sphaerastrium conglobatum*.⁶

Mindezek után tehát ott állunk, hogy, ha nem is épen a bölcselőktől, de mindenesetre a további vizsgálatoktól kell várnunk annak eldöntését, hogy mifele

¹ Ueber einige Rhizopoden etc. AMA. XII. (1876) 30.

² Id. m. 160.

³ Ét. III. 235.

¹ Id. mű 175.

² Id. ért. ZWZ. XXI. (1871) 510.

³ Stud. üb. Moneren. 38.

⁴ Arch. zoolog. expér. VII. V. ö. BÜRSCHLI, BRONN'S Class. u. Ordn. etc. A. Taf. XIV. Fig. 3.

⁵ Ueber Rhinopoden etc. A. AMA. X. Supplementh. (1874) 217.

⁶ Ueber Radiolarien etc. A. AMA. XI. (1875) 29.

élettani jelentősége van a Heliozoumoknak észlelt egybekelési folyamatnak.

Ha már most mindazt összegezzük, a mit a Heliozoumok szaporodásáról biztosan tudunk, arra az eredményre jutunk, hogy szaporodásuk részint szabad, részint betokozott állapotban való oszlás útján történik; hogy az oszlási sarjak gyakran kemény héjjal zárják magokat körül, melyen belül hosszabb ideig pihennek; hogy ezen oszlási sarjakat méltán nevezhetjük pihenő spóráknak; hogy az oszlási sarjak számos Heliozoumnál egy vagy két ostorral ellátott Flagellátok alakjában sürgölődnek s csak rajzási időszakok elteltével térnek ismét vissza a Heliozoum-alakba.

d) Radiolárok.

A rajzóképződés, mely miként láttuk, a többi gyökérlábúaknál is, de különösen a Radiolárokhoz oly közel álló Heliozoumoknak gyakori, a Radiolárok-nál, úgy látszik a legáltalánosabb, habár csak tökéletlenül ismert szaporodási módot képviseli.

A Radiolárok-nak már első beható tanulmányozója, MÜLLER JÁNOS, tesz említést apró infusoriumokhoz hasonló testecskekről, melyeket hemzsegni látott egy 1856-ban tanulmányozott *Acanthometrán*ak középponti tokjában, s melyekről valószínűnek tartja, hogy nem monasszerű élősd szervezetek, hanem az Acanthometrán fiatalai.¹ — Ugyanily testecskéket talált SCHNEIDER a *Thalassicolla nucleata* középponti tokjában.² — HAECKEL a *Sphaerouzoum punctatumnak* hemzsegő testecskéivel telt középponti tokját szétrepesztvén, mintegy 0·008—0·01 mm. nagyságú, részint gömbölyüded, részint elliptikus körvonalú, víztiszta hólyagocskákat talált, melyeknek mindegyike egy-egy fenékö alakú kristályt tartalmazott, s melyek mintegy 10 perczig tartó igen élénk mozgás után elhaltak;³ ennek alapján HAECKEL a középponti tokot egyenesen *szaporodási szervnek* tekinti.

Sokkal pontosabban és részletesebben figyelte meg CIENKOWSKI a rajzóképződést a *Callospharannemnél* s a *Callozoum inerménél*;⁴ mindenek felett pedig HERTWIG R. ugyancsak a *Callozoum inerménél* s a *Thalassicolla nucleatánál*.⁵ Ezen vizsgálatok

után a Radiolárok rajzóképződését a következőkben foglalhatjuk össze.

A Radiolárok-nál kétféle rajzók különböztethetők meg: ú. m. *fenéköalakú kristálylyal ellátottak*, s *e nélküliek*.

Kristálylyal ellátott rajzók észleltettek a *Sphaerouzoum punctatumnál*, a *Callosphaeráknál* s a *Callozoum inerménél*; kristály nélküliek a *Thalassicolla nucleatánál* s a *Callozoum inerménél*, mely utóbbinak tehát kétféle rajzói vannak. CIENKOWSKI ugyanazon telepen talált oly egyéneket, melyeknek középponti tokjában kristálylyal ellátott, s olyanokat, melyeknél kristály nélküli rajzók képződtek. Ezen észleletet azonban HERTWIG tévesnek tartja; szerinte ugyanazon telep egyéneinek rajzói vagy mind kristálylyal bírók, vagy mind kristály nélküliek, s ő hajlandó feltenni, hogy a *Callozoum inermé* néven összefoglalt Radiolárok két különböző fajhoz tartoznak, bár faji különbségeket nem sikerült kimutatnia. A *Callozoum inermének* ugyanazon egyéneiben képződött kristály nélküli rajzói között HERTWIG ismét különbségeket talált, vannak ugyanis *nagy rajzók* (*Makrosporen*) és *apró rajzók* (*Mikrosporen*), melyek az előbbieknél felényivel kisebbek s azokkal átmeneti nagyságú alakokkal nem állanak kapcsolatban.

A kristálylyal ellátott rajzók tojásdad, mellső végük felé kissé elhegyesedő testűek. Mellső harmadukat szemecskételen egynemű, csaknem egészen a szintén egynemű mag képezi, s ezen testvégből indul ki a HERTWIG szerint egyetlen, CIENKOWSKI szerint kettős, finom, hosszú ostor. A hossz tengely irányában, a test hátsó vége felé, foglal helyet a zsírfényű rögcskék csoportjától környezett, fenéköalakú kristály, mely savakban és égvényekben nem oldódik ugyan, hanem ezen kémszerek hosszabb behatására kissé összezsugorodik, miből HERTWIG azt következteti, hogy állománya nem szervetlen, hanem szerves anyagból áll.

A kristály nélküli rajzók az előbbiektől, a kristály hiányán kívül, főleg jellemző paszuly- vagy vesealakjukkal különböznek; egyetlen (CIENKOWSKI szerint kettős) ostoruk a rajzó kiöblösödött része felett levő mellső kiszögellésből indul ki.

A különböző rajzók egymástól, fejlődésüket tekintve is különböznek. A kristálylyal ellátott rajzók oly módon képződnek, hogy a középponti tokban a magok (HAECKEL «víztiszta hólyagocskáik») oszlás útján igen nagy számra szaporodnak, mi közben a középponti tokban levő nagy olajgömb lassankint elenyé-

¹ V. ö. HAECKEL, Die Radiolarien. (1862) 141.

² Ueber neue Thalassicollen von Messina. AAP. (1858) 41.

³ Id. m. 142.

⁴ Ueber Schwärmerbildung bei Radiolarien. AMA. VII. (1871) 371.

⁵ Zur Histologie der Radiolarien. (1876) 25 és 48.

szik, a magok körül pedig zsírszemecskék halmozódnak fel, s minden mag mellett egy-egy kristály képződik; végre az egész középponti toknak állománya csaknem egyidejűleg szétesik a magoknak megfelelő számú részletekre, melyek azután rajzókka változnak. A kristálynélküli rajzók képződésénél ellenben a középponti tok állománya ékalakú részekre oszlik, melyeknek nyilván mindegyike részesül a középponti tokban foglalt nagy olajgömbnek széteséseiből keletkező zsírszemecskékben, s csak ezen ékalakú részek esnek azután szét a megszáporodott magoknak megfelelő számú rajzókra. A rajzók képződésénél a tokon kívüli protoplazma is elenyészik, azaz nyilván az anyagforgalomba vonatik, s az anya-Radiolár az új nemzedék kifejlődésével elhal.

Hogy mily módon fejlődnek az aránylag igen apró rajzók tekintélyes nagyságú Radiolarokká, ez teljesen ismeretlen; hosszabb ideig való életbentartásuk eddigelé egyik bűvárnak sem sikerült. Hogy az apró és nagy rajzók között talán ivarbeli különbség van, mint HERTWIG gyanítja,¹ ez, minthogy közvetlen megfigyelésre nem támaszkodik, csakis gyanítás marad; az eddigi észleletek még annak lehetőségét sem zárják ki, hogy a rajzók egyáltalában nem a továbbfejlődésre, hanem a termékenyítésre hivatva, — mi nem látszik éppen valószínűtlennek.

A többi gyökérlábuak szaporodási módjainak jelenlegi ismeretére támaszkodva, méltán feltehető ugyan, hogy a Radiolároknál, a rajzóképződésen kívül, más szaporodási mód is előfordul; ismereteink azonban ezen irányban is nagyon töredékesek s jó-részt a gyanítás stadiumán vannak. Erről mindössze csak annyit akarunk e helyen megjegyezni, hogy HAECKEL a telepeket alkotó Radiolárok (R. Polyzoa) különböző nagysági viszonyaiból s a középponti tokokon észlelt bizonyos változásokból azon következtetést vonja, hogy a Radiolárok középponti tokjuknak egyszerű oszlása, valamint endogen úton, a burkon belül több fióktokra való szétesés által is szaporodnak.²

3. Flagellátok.

Tagadhatatlan, hogy míg a véglények egyéb csoportjainak ismerete számos bűvár közreműködésétől lényegesen előrehaladt, addig a Flagellátokat a legújabb időig mind a növény-, mind az állatbűvárok

elhanyagolták. Mintha mindenki óvakodott volna azon lényekkel foglalkozni, melyeknek jellemző ismertető jegye, — mint CIENKOWSKI mondja¹ — abban áll, hogy a növények rajzospóráinak különböző módon megváltozott típusát képviselik; mintha nem kölcsönözne a Flagellátoknak épen azon körülmény oly rendkívüli érdeket, hogy levélzölddel áthasonító képviselőik ép oly szakadatlan sorozatban vezetnek át a moszatokhoz, mint levélzöldet nem tartalmazó alakjaik, nevezetesen a *Monasfélék*, a gyökérlábuakhoz és Myxomycetekhez; s mintha mind-ezekon kívül nem birna oly általános fontossággal még azon tényállás is, hogy a Flagellátok között, mint erre már fentebb utaltam, bizonyos levélzölddel áthasonító alakoknak megvan a megfelelő, levélzöldnélküli «evő» parallel-alakjuk, képeik mása, mi a Flagellátok egy részének a növény-, másik részének az állatországba való beiktatását merőben lehetetlenné, a növény- és állatországot összekapcsoló véglénycsoportnak megkülönböztetését pedig szükségessé teszi. — A Flagellátoknak általános elhanyagolása következtében természetesen szaporodásuk ismerete is, daczára JAMES-CLARK, CIENKOWSKI, BÜTSCHLI, STEIN, JOSEPH G., BERGH és mások újabb vizsgálatainak, nagyon töredékes. Kivételt csupán a *Volvoxfélék* képeznek, melyeknek érdekes szaporodását s fejlődését kitűnő bűvárok (STEIN, PRINGSHEIM, COHN) vizsgálatai után igen részletesen ismerjük. Fontos s nagyszámú adatokat tartalmaz STEIN-nak nagyszabású monografiája,² mely jelenlegi befejezetlen állapotában azonban nem nyújt teljes képet a nagynevű bűvár hosszú időn át folytatott vizsgálatairól.

A Flagellátok szaporodására vonatkozó adatok könnyebb áttekinthetése kedvéért czélszerűnek tartom a Flagellátokat három csoportba foglalni s külön tárgyalni: a) a *levélzöldet tartalmazó*, b) a *levélzöldet nem tartalmazó Nudi-flagellátok*, s végre c) a *Cilio-flagellátok* szaporodását.

a) *Levélzöldet tartalmazó Nudi-flagellátok.*

A levélzöldet tartalmazó Flagellátoknak az egysejtű moszatokkal való legbensőbb rokonságát szaporodásuk is bizonyítja. — CIENKOWSKI vizsgálatai szerint ugyanis a zöld Flagellátoknak egy része szaporodásukat s fejlődésüket tekintve, semmiben sem

¹ Id. ért. 36.

² Die Radiol. 145.

¹ Ueber Palmellaceen und einige Flagellaten. AMA. VI. (1870) 421.

² Der Organismus etc. III. Th. 1. Abth. 1878.

tér el a Palmellaceáktól, úgy, hogy ezekkel a nevezett bűvár szerint egészen jogosan egyesíthetők. Ide tartoznak nevezetesen a CIENKOWSKI-tól tanulmányozott Flagellátok közül a *Chlamydomonas Pulvisculus*, az *Euglena viridis* s a *Cryptomonas ovata*,¹ melyekhez a *Chlamydomonas*-nem egyéb fajai, a *Chlamydococcus pluvialis* meg STEIN *Phacotus lenticularis* és *Coccomonas orbicularis* csatlakozik. Mindezekre, mint a valódi Palmellaceákra² jellemző, hogy rövidebb vagy hosszabb ideig tartó szabad rajzás után pihenésre jutva, egyszerű, vagy rétegzett nyálkás-kocsonyás tokot választanak ki (*Gloeococcus-alak*), melyen belül ismételt oszlások útján kisebb-nagyobb számú fióknemzedékre oszlanak, mely ismét rajzásra kel. Az épen említett kocsonyás burkon belül történő szaporodási folyamat több nemzedéken át ismétlődően, a rajzók *Chroococcus-alakba* mennek át; gömbbé húzódva vastag cellulóseteket választanak ki, melyből hosszabb pihenés után, ismét kocsonyás burookban szaporodó nemzedék fejlődik.

A szaporodás ezen tipikus menete azonban többekévéssé módosulhat is. Így bizonyos Flagellátok szaporodásnak indulva, nem mennek át okvetetlenül a pihenő *Gloeococcus-alakba*, hanem rajzásuk alatt is megoszolhatnak 2—4 fiókra; mint ez nevezetesen COHN vizsgálatai után a *Chlamydococcus pluvialis*-ről ismeretes.³ Máskor a *Gloeococcus-alakban* képződött fióksejtek közvetlenül, rajzás nélkül mennek át a pihenő *Chroococcus-alakba*, mit szintén COHN észlelt a *Chlamydococcus*-nál.

A *Gloeococcus-alakban* szaporodó Flagellátok rendszeren 4, vagy még több, 8—16 stb. fióksejtre oszlanak, minek következtében kisebb-nagyobb számú sejtekből álló családok képződnek, melyeknek tagjai egyidejűleg indulnak rajzásnak. Néha azonban már az első kettéoszlásnál véget ér a szaporodás; így az *Euglena viridis*-nek kocsonyás burkán belül történő egyszerű kettéoszlása, mely PERTY és STEIN szerint a véglény hossztengelye irányában megy véghez, már régóta ismeretes; sőt a kocsonyás tok néha épen csak rövid pihenésre választatik ki s ezt ismét egyetlen *Euglena* hagyja el. Hogy azonban ez utóbbi eseteket szabályúl tekinteni nem lehet, hanem hogy az

Euglenák is gyakran oszlanak 4—8 s több egyénből álló családokra, ezt COHN-nak,¹ PERTY-nek,² FOCKI-nak,³ STEIN-nek⁴ és CIENKOWSKI-nak vizsgálatai⁵ egyaránt bizonyítják. Épen az *Euglena viridis*-nél észlelte továbbá COHN és PERTY azt is, hogy gyorsan egymásra következő oszlásokkal igen nagyszámú, a rendeseknél sokkal kisebb rajzókra oszlott szét, és méltán jegyzi meg PERTY, hogy az *Euglená*-nál, a botanikusok nyelvén szólva, *makro- és mikrogonidiumokat* lehet megkülönböztetni. Hogy mire való az apró rajzók, ez mai nap még egészen ismeretlen, s csak gyanítható, hogy hivatásuk ugyanaz, mint az *Euglenával* rokonságban álló más Flagellátoknál, — miről alább lesz alkalmunk megemlékezni.

A levélzöldet tartalmazó Flagellátoknak egy másik csoportja, szaporodás és fejlődés tekintetében, ép oly szoros kapcsolatban van az egysejtű moszatok között a *Characium*-félékkel, mint az épen tárgyaltak a *Palmellafélékkel*.

Ezen Flagellátok nyilván minden esetben cellulósából álló hártás burkokon belül plasmatestüknek ismétlődő oszlása útján 2—4—8 s több fióksejtre esnek szét, melyek az anyasejt burkának megpuksantával, vagy elnyálkásodtával szétrajzanak.

Ezen szaporodási mód már EHRENBURG óta ismeretes a *Chlorogonium eucharum*-nál, és CIENKOWSKI⁶ meg STEIN⁷ vizsgálatai után a *Chlorangium* (*Colacium* Ehrb.) *stentorinum*-nál, melyek mindegyikénél STEIN a makrogonidiumokon kívül ki nem puhatolt feladatú mikrogonidiumokat is megkülönböztet.

Ugyanily módon megy végbe STEIN szerint a *Spondylomorom quaternarium* szaporodása is,⁸ csak-hogy ennél a 16 fiókra; szabadon úszó *Volvox*-szerű családban egyesülve marad.

Szorosan a *Spondylomorom*-hoz csatlakoznak, legalább ivartalan szaporodásukat tekintve, a valódi *Volvox*-félék * közül a *Gonium pectorale*, *Pandorina*

¹ Id. ért.

² Zur Kenntniss. etc. 78.

³ Physiolog. Stud. II. Hft. (1854) 12.

⁴ Die Infus. 6.

⁵ Id. ért. Bot. Ztg. (1865) 24.

⁶ Id. AMA. VI. (1870) 427.

⁷ Der Org. III. Taf. XIX.

⁸ Der Org. III. Taf. XVIII.

* A nélkül, hogy a *Volvox*-féléknek a *Palmellafélékkel* való benső rokonságát kétségsébe akarnám vonni, mégis, STEIN-t követve, czélszerűnek tartottam a valódi *Volvox*-féléket az egyenkint rajzó *Chlamydomonas* és *Chlamydococ-*

¹ CIENK. id. ért.

² V. ö. CIENKOWSKI id. ért. kívül: CIENKOWSKI, Ueber einige chlorophyllhaltige Gloeocapsen. Bot. Ztg. 23. Jahrg. (1865) 21.

³ Nachträge zur Naturgeschichte des Protococcus pluvialis Kütz. Nova Acta C. L. C. Vol. XX. 1850.

Morum, *Eudorina elegans* és *Stephanosphaera pluralis*. Mindezek, mint ismeretes, a *Chlamydomonasszal* egészen megegyező szervezetű, 8 (*Stephanosphaera*), 16 (*Gonium*, *Pandorina* és *Eudorina* kisebb alakja), vagy 32 (*Pandorina* és *Eudorina* nagyobb alakja) rajzóból álló négyszögletes, táblaalakú (*Gonium*), tojásdad (*Pandorina*), vagy gömbölyű (*Eudorina*) vagy végre gömbölyű közös burkon belül kerek koszorúba egyesült (*Stephanosphaera*) telepeket képeznek, melyeknek minden egyes egyéne a szaporodás idejében 8, 16, illetőleg 32 fiókrajzóra oszlik, melyek speciális anyaburkukat s a többnyire szintén jelenlevő közös telepburkot, mint az anyatelep rajzóival megegyező számú ifjú telepek hagyják el.¹

A legmagasabb szervezetű *Volvox*féléknél, a *Volvox* nem képviselőinél (1. *Volvox Globator* Ehrb. és *V. stellatus* Ehrb. = *V. monoicus* Cohn; 2. *Volvox minor* Stein, = *V. aureus* Ehrb. és *Sphaerosira Volvox* Ehrb. = *V. dioicus* Cohn; 3. *V. Carteri* Stein.) a gömbalakú telepbe egyesült sejtek között az élettani munka meg van osztva, s csak bizonyos sejtek szolgálnak szaporodásra. A *Volvox*ok telepteste ugyanis, — mint általánosan ismeretes, — igen nagyszámú, COHN szerint² a *V. Globator*nál mintegy 12,000, gömbhéjba egyesült, apró *chlamydomonasszerű* rajzóból van összetéve, melyeknek kölcsönösen duzzadt víztiszta külön burka közös telepburokká van összeolvadva. Ezen két-két ostorral ellátott sejtek, melyek a telepburkot vízszintes irányban átjáró 5—7 plasmaticus fonállal vannak egymással hálózatosan összefűzve, az ivartalan szaporodásnál nem vesznek részt, s ezért COHN meddő, vagy vegetatív sejteknek nevezi. Az ivartalan szaporodásra való nagyobb, ostornélküli sejtek a meddő sejtek rétegén belül s ez alatt, mintegy a családgömb belsejébe sar-

jadzva, foglalnak meglehetősen egyenlő távolságokban helyet, s számuk STEIN szerint, a *V. Globator*nál 8, a *V. minor*nál 1—9 között változik, de leggyakrabban 4,¹ a CARTER-től K.-Indiában Bombay mellett felfedezett *Volvox*nál pedig,² melyet STEIN a *V. Globator* és *V. minor* között álló külön fajnak tekint s felfedezője után *V. Carterinek* nevez, ismét 8, mint a *V. Globator*nál. Ezen ivartalan szaporodásra való sejtek, melyeket COHN «*Parthenogonidiumok*»-nak, STEIN pedig «*sarjalakok*»-nak (Sprossform) nevez,³ mint már EHRENFERGER is tudta, WILLIAMSON⁴ és BUSK⁵ tanulmányai után pedig részletesebben ismeretes, gyorsan egymásra következő oszlás útján nagymennyiségű fióksejtre oszlanak, melyek az anyatelepen belül a *Parthenogonidiumok*nak megfelelő számú fióktelepekké változnak; minthogy pedig ezeknek belsejében az új *Parthenogonidiumok*, közelebből nem ismert módon, már igen korán kiválnak, a szaporodásban levő *Volvox* már unokáinak anyasejtjeit is magában rejt.

Míg a *Volvox*félék, mint az előadottakból látszik, ivartalan szaporodásukat tekintve, a *Spondylomor*um, *Chlorogonium* és *Chlorangium* közvetítésével a *Characium*félékkel, a *Chlamydomonas* és *Chlamydococcus* nemek révén pedig a *Palmellafélékkel* állanak szoros kapcsolatban: addig, különösen telepük képződését tekintve, a rajzókkal szaporodó alsóbb moszatoknak (*Zoosporeae*) még egy másik csoportjával, a *Hydrodictyum*-, vagy *Pediastrum*félékkel is legbensőbb rokonságot áruznak el, melyektől lényegesen csak abban térnek el, hogy ez utóbbiaknak rajzói, melyek szintén az anyasejt protoplazmatestének burkon belül való ismétlődő oszlása útján fejlődnek, miután rövid ideig családonként együtt rajzottak, elvesztik ostoraikat, s különböző módon csoportosulva, mozdulatlan telepekké változnak.

A tiszta levélzöldet, vagy ennek bőrszínű módo-

¹ Die Infusionsthiere etc. 47.

² On Fecundation on two Volvoces and their Specific Differences. Annales of Natur. Hist. IV. Ser. Vol. III. 1859. V. ö. STEIN, Der Org. III. 134.

³ Der Org. III. 117.

⁴ *Volvox Globator*. Transact. of the Liter. and Philosoph. Society of Manchester Vol. IX. És: Further Elucidations of the Structure of *Volvox Globator*. U. o. 45. 46. V. ö. STEIN, Der Org. III. 117.

⁵ Some Observations on the Structure and Development of *Volvox Globator* and its relations to other unicellular Plants. Quart. Journ. of Microscop. Science, New. Ser. Vol. I. 1853. V. ö. STEIN, Der Org. III. 117.

cus nemektől, valamint a telepekben együtt rajzó, de a valódi *Volvox*féléktől rajzóiknak szerkezete, telepüknek összetétele, valamint szaporodásuk által különböző *Uroglena*, *Syncrypta* és *Synura* nemeket elválasztani.

¹ PERTY, Zur Kenntniss etc. — COHN, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte mikroskopischer Algen und Pilze. Nova Acta Acad. C. L. C. XXIV. (1853). U. a.: Ueber eine neue Gattung aus der Familie der Volvocinen. ZWZ. IV. 1852. — FRESSENIUS, Ueber die Algengattung Pandorina, Gonium und Rhaphidium. Abh. d. Senckenberg. naturf. Ges. II. 1856. V. ö. STEIN, Der Organ. III. 135. — PRINGSHEIM I. a. — SACHS, Lehrbuch der Botanik. 4. Aufl. (1874) 258.

² Die Entwicklungsgeschichte der Gattung Volvox. Festschrift. Breslau. 1875. 15.

sulatát (Diatomin) tartalmazó Flagellátok egy részének szaporodásáról ez idő szerint igen keveset, vagy éppen semmit sem tudunk.

A volvoxszerű telepeket képező s egymással igen közel rokon *Uroglena Volvox*, *Syncrypta Volvox*, *Synura Ucella*, — mely utóbbi nemmel az EHRENBURG-tól *Ucella virescens* név alatt leírt s újabban BÜTSCHLI-től tanulmányozott¹ Flagelláttelep mindenestre egyesítendő, — valószínűleg valamennyien képesek a közös kocsonyás telepburokba zárt (*Uroglena*, *Syncrypta*) vagy nélküla telep középpontján, farkuk végével egyesült (*Synura*) rajzóknek hosszirányban való oszlása útján szaporodni. Ily hosszirányú oszlást észlelt legalább BÜTSCHLI az *Ucella* (helyesebben *Synura*) *virescens*-nél,² STEIN pedig a *Synura Ucella*-nál,³ minek következtében a telepbe egyesült rajzók számban, a telepek maguk pedig nagyságukban növekednek. A telepek képződése nyilván egyetlen rajzóból indul ki, mely hosszában való oszlástól egyre szaporodó utódaival együtt maradva, képezi a volvoxszerű telepet. Az igen nagyszámú egyénekből álló telepek azonban a kettéoszlástól maguk is szaporodhatnak; STEIN legalább a *Synura Ucella*-nak igen felszaporodott egyénekből álló telepeit látta kolbász-szerűleg megnyúlni s azután két egyenlő nagyságú gömbölyű telepre szétoszlani.⁴ Ugyancsak STEIN vizsgálatai szerint a *Synura Ucella* telepei előbb-utóbb szétoszló az egyes rajzókra, melyek egyenkint tovább rajzanak, nagyobbodnak s felületükön a telepbe egyesülteknél is előforduló, de rövidebb, merev serték, hosszú, hajlott tüskékké nőnek ki, mely alakban azon Flagellátnak felelnek meg, melyet PERTY önálló alaknak tartva, *Mallomonas Ploeslii* néven írt le,⁵ s mely végre nyugalmi állapotba megy át s betokozza magát. BÜTSCHLI az általa tanulmányozott *Ucella virescens* telepének egyéneinél, melyek a *Synura Ucella*-étől csupán serte nélküli, síma felületükkel különböznek, szintén észlelt betokozódást, csak hogy ezen alaknál a betokozódó rajzók a teleptestet nem hagyják el, hanem, úgy látszik, csak betokozódásuk után hullanak ki.

Látható ezekből, hogy ezen volvoxszerű telepeket képező Flagellátok, szaporodásukat tekintve, a valódi

Volvoxféléktől lényegesen különböznek s ez utóbbiak-tól STEIN bizonyára jogosan választotta el. — A Chrysomonasfélék családjának, melybe STEIN az épen tárgyalt Flagellátokat beosztotta, számos egyenkint élő képviselői (*Coccomonas*, *Raphidomonas*, *Microglena*, *Chrysomonas*, *Hymenomonas*, *Stylodochrysalis*, *Chrysopyxis*), melyek, a mennyiben STEIN vizsgálatai után ismeretes, szintén hosszirányú oszlással szaporodnak;¹ egyesek közülök, nyilván szaporodásra készülve, mint a Palmellafélék messze elálló, kocsonyás burokkal veszik magukat körül; ez áll nevezetesen a *Coccomonas*-ról s valószínűleg a *Chrysomonas flavicans*-ról.

A STEIN Chrysomonasféléivel közel rokon Dinobryonfélék, melyek igen csinos, finom, átlátszó, megnyúlt kehelyalakú hüvelyeket laknak s vagy csoportosan vannak alámerült tárgyakra, többnyire moszatokra telepedve, mint az *Epipyxis Utriculus*, vagy pedig egymásba dugdosott hüvelyekkel szabadon lebegő bokorszerű telepeket képeznek, mint a *Dinobryon Sertularia* és *D. stipitatum*, szintén hosszirányú, vagy ferde hosszirányú oszlással szaporodnak;² a *Dinobryon Sertularia*-nál STEIN³ és BÜTSCHLI⁴ betokozódást is észlelt. Az utóbbi bűvár szerint a Dinobryon tokját kettős: t. i. meglehetősen vastag, külső elálló s a testet közvetlenül megfekvő belső burok határolja.

A rajzás ideje alatt való oszlás ismeretes még végre a Cryptomonasféléknél,⁵ melyeknek egyik képviselőjénél, a *Cryptomonas oratana*-nál, mint fentebb már említők, CIENKOWSKI Gloeococcus-alakban való szaporodást is észlelt. — Az oszlás minden eddig ismert esetben az ostorvéget az ellenkező testvéggel összekötő tengely irányában megy végbe; mivel pedig ezen tengely rendszeren összeesik a Flagellát hossztengelyével, az oszlás legtöbbször hosszirányú; ha ellenben az ostor- és ostorellenlő véget összekötő tengely, mint pl. a STEIN-től felfedezett *Nephroselmis olivacea*-nál,⁶ a Flagellátnak haránt tengelyével esik össze, ebben az esetben az oszlás, — annak megfelelőleg, hogy a Flagellát testét mindig az ostorvégből kiindulólág felezi, — harántirányú. Az oszlást, úgy látszik, mindig megelőzi az új ostoroknak kifejlődése,

¹ Beiträge zur Kenntniss der Flagellaten. ZWZ. XXX. (1878) 263.

² Id. ért. 265.

³ Der Org. III. Taf. XIV.

⁴ Der Org. III. Taf. XIV.

⁵ STEIN, id. mű 151.

¹ STEIN, Der Org. III. Taf. XII—XIV.

² STEIN, Der Org. III. Taf. XII.

³ Id. m.

⁴ Id. ért. 235.

⁵ STEIN, Der Org. III. Taf. XIX. BÜTSCHLI, id. ért. 246.

⁶ Der Org. III. Taf. XIX.

minek következtében az oszlásra készülő, rendesen elszélesedett testű Flagellátának egy ideig számfeletti ostora van.

Az előadott ivartalan, vegetatív szaporodáson kívül a levélzöldet tartalmazó Flagellátoknál, mint a moszatoknál, melyekkel szakadatlan lánczolatlan vannak összefűzve, ivaros szaporodást is észleltek, melynek kiváló általános érdeket kölcsönöz azon körülmény, hogy az ivaros szaporodásnak legegyszerűbb alakját, mintegy kiindulását képezi. Az állatok és növények termékenyítésénél az egymással egészen, vagy részben egygyéolvadó két ivarsejt, mely többnyire bonyolódott szerkezetű külön szervekben képződik, egymástól alak, nagyság, szervezet tekintetében lényegesen különbözik; az egyik ivarsejt, a termékenyítendő petesejt, jelentékeny nagyságú, helyét rendesen nem változtatja, a másik, a termékenyítő ondósejt (Spermatozoid, Antherozoid) ellenben csaknem kivétel nélkül aránylag parányi termetű, gyors helyváltoztatásra alkalmas, s ez az, mely termékenyítéskor az előbbit felkeresi; ez áll legalább az állatokról és számos Kryptogamról, míg a Phanerogamok, melyek itt közelebből nem érdekelnek, hím sejtjüket tekintve, az előbbiektől lényegesen eltérnek. — A Flagellátok termékenyítésénél legegyszerűbb esetben, mint számos alsóbb moszat- és gombánál s mint a *Rhizopodok*- és *Gregarinák*nak még igen rejtélyes jelentőségű egybekelésénél s egygyéolvadásánál, az egybekelő egyséjtű egyének között semmiféle különbség sem mutatható ki, sem pedig az ivaros szaporodásra való egyének az ivartalan módon szaporodóktól alak, nagyság s szervezet tekintetében nem térnek el; másoknál ellenben az ivaros szaporodásra való nemzedék az ivartalan módon szaporodóktól kisebb termetével s gyakran ostoraik számával is különbözik, vagy pedig kisebb rajzók nagyobbakkal kelnek egybe s az egybekelő párok közötti különbségek végre annyira fokozódhatnak, hogy mint az állatok- s magasabb Kryptogamoknál, jogosan lehet szó pete- és termékenyítő sejtről, még pedig amaz nagy, mozduatlan, ez utóbbi pedig törpe s fürgén mozgó sejt.

A mennyiben a Flagellátok ivaros szaporodása jelenleg ismeretes, tudjuk, hogy az egygyéolvadt rajzók, vagy a megtermékenyített petesejtek, mint a moszatok s gombák ú. n. zygosporái és oosporái betokozzák magukat s csak hosszabb idei pihenés után (a legtöbb, vagy talán minden esetben csak miután beszáradás után ismét víz alá kerültek) ébrednek tevékeny életre, hogy több nemzedéken át ivartalan

módon szaporodó utódoknak szolgáljanak kiindulásul. E szerint a Flagellátoknál bizonyos tekintetben nemzedékváltozásról lehet szó; csakhogy az ivartalan és ivaros módon szaporodó nemzedékek közötti különbségek gyakran minimalisak, vagy egészen hiányzanak. Az egygyéolvadásnak, vagy termékenyítésnek élettani jelentősége pedig, felfogásom szerint, abban látszik állani, hogy az ivartalan úton szaporodó nemzedékektől kimerített szaporodási képességet, szaporodási erélyt két sejt élőállományának legbensőbb keverődése megújítsa.

Ha tekintetbe vesszük, hogy azon Flagellátoknak számát, melyek ivaros úton is szaporodnak, újabb felfedezések egyre gyarapítják; ha tekintetbe vesszük továbbá, hogy az újabb vizsgálatok egyre szilárdabb alapokra fektetik a legalsóbb lények ivaros szaporodásának tanát: alig fogunk tévedni, ha felteszük, hogy ivaros szaporodás azon Flagellátoknál is előfordul, melyeknél azt ez idő szerint még nem ismerjük. Ha továbbá ezen állásponttól visszapillantunk azon töredékesen ismert s igen különböző jelentőségűeknek tartott adatokra, melyek a Gregarinák s gyökérlábúaknak egybekelésére s egygyéolvadására vonatkoznak, alig fogunk azon feltevés jogosultságában kételkedhetni, hogy az egybekelés, vagy egygyéolvadás alatt ezeknél is a termékenyítés egy neme megy véghez.

Az első, kevésbé ismert adat, mely egy Flagellátának egybekelésére vonatkozik, CARTER-től származik, ki már 1856-ban leírta az *Euglena viridis* egybekelését;¹ szerinte az egybekelés csak ideiglenes egyesülésből áll s feladata nagyszámú peték fejlesztésében állana; petéknek tartotta ugyanis CARTER, EHRENBERG-et követve, az Euglenák paramylontestecskéit.

CARTER-nek az *Euglena* egybekelésére vonatkozó feljegyzésével egyidejűleg ismertette COHN először a német orvosok és természetvizsgálóknak 1856-ban Bécsben tartott vándorgyűlésén, majd a párisi akadémiával nagyfontosságú s méltán általános érdeket keltett észleleteit a *Volvox Globator* ivaros szaporodásáról.² A *Volvox*éval lényegében megegyező ivaros

¹ Annal of Nat. Hist. II. Ser. Vol. XVIII. p. 229. 246. V. ö. STEIN, Der Org. III. 146.

² Ueber die Organisation und Entwicklung des Volvox Globator. Amtl. Bericht über die 32. Versamml. deutscher Naturf. u. Aerzte zu Wien. — Observations sur les Volvocinées et spécialement sur l'organisation et la propagation du Volvox Globator. CR. (1856) Tome 43. U. a. Annales des sc. nat. Bot. IV. Sér. Tome V. 1856. U. a. Jahres-

szaporodást írt le, habár csak töredékes adatok alapján 1858-ban CARTER a Bombay melletti sekély pocsolyákban észlelt *Eudorina elegans*-ról.¹ Mielőtt azonban ezen Volvox-félék bonyolódottabb ivaros szaporodási menetét előadnám, czélszerűnek találom az egyszerűbb viszonyok tárgyalását, nevezetesen a *Pandorina Morum*-nak s néhány más Flagellátnak ivaros szaporodását előrebocsátani.

A *Pandorina Morum*-nál, mint ezt PRINGSHEIM fontos vizsgálatai után tudjuk,² miután a fentebb leírt módon több nemzedék ivartalan úton szaporodott, szétbomlanak az egyes telepek s a telep burkát elhagyó sejtek kiszabadulva, élénk rajzásnak indulnak; majd felkeresik egymást a rajzók, hogy ketten-kint egybekeljenek s néhány percz alatt teljesen egygyéolvadjanak. Az egygyéolvadás mindig a szintelen ostorvégből indul ki s az egygyéolvadó egyének majd egyenlő, majd különböző nagyságúak. Az egyes rajzóikra széteső telepek legfeljebb abban térnek el az ivartalan módon szaporodóktól, hogy gyakoriak közöttük a 16-nál kevesebb sejtől állók. A két rajzó egygyéolvadásától keletkező zygospóra elgömbölyödven, betokozza magát, pihenési időszaka alatt jelentékenyen növekedik s zöld színe téglavörössé változik. Ezen gömbök, kiszáradás után ismét víz alá kerülve, 24 óra alatt ismét megzöldülnek s tartalmuk vagy egészben, vagy 2—3 részre oszolva, burok nélküli nagy chlamydomonasszerű rajzó alakjában hagyja el a tokot. Az új nemzedék egyénei rajzás közben kocsányos burkot választanak ki s gyorsan ismétlődő osztások útján ismét 16 együttmaradó rajzóból összetett telepekké változnak, melyek több nemzedéken keresztül ismét ivartalan módon tenyésznek.

Rövid idő múlva PRINGSHEIM-nek a *Pandorina* ivaros szaporodására vonatkozó ezen felfedezése után VELTEN a *Chlamydococcus pluvialis*-nál, ROSTAFINSKI pedig a *Chlamydomonas multifilis*-nél észlelt egybekelési folyamatot.

VELTEN vizsgálatai szerint³ az egybekelő Chlamy-

dococcusok nem ostorvégükkel, hanem éppen ellenkezőleg, hátsó végükkel ragadnak egymáshoz. A két egyenlő nagyságú rajzó közül az egyik, melyet VELTEN nőstény rajzónak nevez, többnyire burok nélküli s két ostorát többnyire, de szintén nem mindig, csakhamar visszahúzza; a másik, a hím rajzó, ellenben mindig elálló burokkal környezett s ostorait az előbbibe való beolvadása befejeztéig megtartja. Az egybekelés, mint a *Pandorina*-nál, úgy a *Chlamydococcus*-nál is teljes egygyéolvadással végződik, csak hogy a hím rajzó az, melynek protoplazmateste a nőstény rajzónak hátsó testvégét átfúrva, ennek plasmatestébe behúzódik s mintegy beleolvad. Vajjon az ily módon képződött zygospóra betokozza-e magát, s pihenő állapotba megy-e át, — a mi analógiákra támaszkodva igen valószínűnek látszik, — erre nézve VELTEN vizsgálatai nem nyújtanak felvilágosítást. — Különben annak lehetősége sem zárható ki, hogy, mint ROSTAFINSKI valószínűnek tartja,¹ az épen tárgyalt folyamat voltaképen nem is egybekelésnek felel meg, hanem oly módon magyarázandó, hogy VELTEN nőstény rajzója valamely ragadozó Monadinának felel meg, mely a *Chlamydococcus*-nak (VELTEN hím rajzójának) tartalmát, — mint a CIENKOWSKI-től leírt *Colpodella pugnax*² a *Chlamydomonas*-okét, — kiüríti. Másrészt azonban azt is ki kell emelnünk, hogy STEIN-nek a *Chlamydomonas*-okon tett, alább közlendő, észleletei VELTEN megfigyelésének helyességét támogatni látszanak.

Sokkal fontosabbak azon adatok, melyeket ROSTAFINSKI egy 4 ostorral bíró *Chlamydomonas*-félééről, a *Chlamydomonas* (helyesebben *Tetraselmis*) *multifilis*-ről közöl.³ Ezen Flagellátnak ivartalan szaporodásánál az anyasejt rendszeren 4, ritkábban csupán 2 fiókradjóra oszlik; az ivaros szaporodásnál ellenben mindegyik anyasejt ismétlődő kettéoszlás útján 8 apró rajzót (mikrogonidiumot, mikrozoospórát) hoz létre, melyek az ivartalan nemzedékek rajzóitól kisebb természetükön kívül, főleg mellső testvégüknek nagy, szintelen területével különböznek. Ezen mikrogonidiumok, úgy mint a *Pandorina* rajzói, szintelen testvégükből kiindulóan kettesével egyéolvadnak, elgömbölyödnek, ostoraikat elvesztve betokozzák magukat, s átlátszatlan gömbökké növekednek. A kiszáritás után

ber. der Schles. Gesellsch. f. vaterl. Cult. 1856. V. ö. STEIN, Der Org. III. p. 128.

¹ On Fecundation in *Eudorina elegans* and *Cryptoglena*. Annals of Natur. Hist. III. Ser. Vol. II. 1858. V. ö. STEIN, Der Org. III. 137.

² Ueber die Paarung der Schwärmsporen. Monatsber. d. Berl. Akad. 1869. V. ö. kritikai ismertetését DE BARY-tól. Bot. Ztg. 1870. No 6, továbbá PRINGSHEIM-nak erre adott választát. Bot. Ztg. 1870. No 17. V. ö. továbbá: SACHS, Lehrb. d. Botanik IV. Aufl. (1874) 258.

³ Beobachtungen über Paarung von Schwärmsporen. Bot. Ztg. 1871. No 23. 383.

¹ Al. id. ért.

² Beiträge zur Kenntniss der Monaden. AMA. I. (1865) 214.

³ Ueber Paarung von Schwärmsporen. Bot. Ztg. (1871) No 46. 785.

ismét vízbe került zygospórák csakhamar oszlásnak indulnak; a fióksejtek azonban nem rajzanak ki azonnal, hanem oszlás által tovább szaporodva, előbb gloeococcus-, vagy pleurococcusszerű telepeket képeznek, melyeket csak később hagy el az ivartalan úton szaporodó, nagy rajzókból álló nemzedék.

STEIN még két más Chlamydomonasfélénél s az *Euglena viridis*-nél észlelte az egybekelést. Az utóbbinál az egybekelt párokat csupán hátsó végüktől testük közepeig látta összenőni, de legkevésbé sem kételkedik azon, hogy az egybekelés a két egyének teljes egybeolvadásával végződik, s hogy végre a két mag is egyesül, s ebben látja a termékenyítésnek tulajdonképi actusát.¹ A *Chlamydomonas Pulvisculus*-nál a két többnyire egyenlő nagyságú rajzó szintén testének hátsó végéből kiindulóan nő össze, s befejezésül a két mag is egygyeolvad.² Egy másik Chlamydomonasfélénél ellenben, mely valószínűleg a *Chlamydomonas monadinának* felel meg, két különböző nagyságú egyén olvad egygyé; a jóval nagyobb egyén ostorait elveszti s mellső testvégére, szintén ostorvégével, egy sokkal kisebb rajzó oltja magát rá, hogy testállományát, mint VELTEN szerint a Chlamydococcus hím egyéne, a nagyobb pihenő sejtbe ömleszsze.³

Egyelőre mellőzni akarom itt STEIN-nek más bűvárok észleleteitől oly lényegesen eltérő tanát a Flagellátok egygyeolvadását követő embrio-képződésről s áttérek a *Volvox*-nem ivaros szaporodásának tárgyalására.

A Volvoxok ivaros szaporodásának ismeretét, mint már említettük, kiválólag a nagyérdemű COHN-nak köszönjük;⁴ CARTER-nek,⁵ valamint STEIN-nek⁶ vizsgálatai jó részt csak megerősítik a COHN-tól kifürkészett adatoknak helyességét s azokat lényegesen nem bővítik s nem módosítják.

A Volvoxok ivaros nemzedéke több ivartalan nemzedék után jelen meg. Hím és női szaporodási sejtek vagy ugyanazon telepben képződnek, — az ily Volvoxgömbök tehát egylakiak, mint a *Volvox Globator*, — vagy pedig külön telepekben képződnek a

hím és női szaporodási sejtek, — ezen Volvoxok tehát, melyekhez a *V. minor* és *V. Carteri* tartozik, kétlakiak.

A női sejtek, melyeket COHN *gynogonidiumoknak*, STEIN pedig *női egyéneknek* nevez, kezdetben semmiben sem térnek el a parthenogonidiumoktól; mindemellett azonban az ivaros telepek már többnyire igen fiatal korban megkülönböztethetők az ivartalan telepektől, lévén a meddő sejteknél nagyobb szaporodási sejtjeik többnyire sokkal számszerűbbek, mint a parthenogonidiumok; így a *V. Globator* gynogonidiumainak száma 20—40, a *V. Carteri*-nél 30—50, csak a *V. minor*-nál fejlődik csupán 8. A gynogonidiumok gyorsan növekednek s minthogy főleg levélzöldjük szaporodik, az idősebbek sötétzöld színűek; plasmájuk, mely kezdetben számos üröcske miatt habos, csakhamar egészen tömörre lesz; kocsonyás burkuk a sejt növekedtével a Volvoxgömb belső ürébe szökell s lassankint az egész gynogonidium lombikalakú lesz, a mennyiben a közös telepburokkal összefüggő külső része mintegy nyakat képez, a gömb üre felé tekintő része pedig hasasan felduzzad. Midőn a gynogonidiumok mintegy 50 μ . nagyságra növekedtek a lombikalakú burkokon belül, melyet COHN *oogoniumnak* nevez, elgömbölyödnek s termékenyítésre kész *petesejtet* (Oosphäre, Befruchtungskugel, Eizelle, COHN) képviselnek.

A hím sejtek, vagy mint COHN nevezi, az *androgonidiumok*, még inkább hasonlítanak kezdetben a parthenogonidiumokhoz, a mennyiben, ha a meddő sejteknek mintegy háromszoros nagyságát elérték, s hólyagszerűleg a teleptest belsejébe duzzadtak, mint a parthenogonidiumok, oszlásnak indulnak. Levélzöldjük szaporodása azonban nem tart lépést növekedésükkel s ennek következtében halványzöld színűk miatt könnyen megkülönböztethetők. A közös telepburokkal összefüggő lombikalakú, saját burkukon belül oszlásnak induló androgonidiumok nem változnak morulaszerű gömbökké, mint a parthenogonidiumokból fejlődött fióktelepek, hanem, mivel a gyorsan egymásra következő oszlások egy síkban mennek véghez, igen nagyszámú hengeres, vagy orsóalakú apró sejtekből összetett kerek, korongszerű telepek képződnek.

Az androgonidiumok s a belőlük fejlődő hím telepek száma az egylaki *Volvox Globator*-nál ritkán több 5-nél, míg a kétlaki *V. minor** és *V. Carteri*-

* A *V. minor*-nál COHN szerint kivételképen egylaki telepek is előfordulnak (Id. ért. 24.)

¹ Der Org. III, 146. Taf. XXI. Fig. 10—11.

² Id. mű 130.

³ Id. mű. Taf. XV. Fig. 40—43.

⁴ V. ö. id. ért. főleg: Die Entwicklungsgeschichte der Gattung Volvox. Festschrift. Breslau. 1875.

⁵ On the two Volvoces and their specific differences. Annals of. natur. history. 3 ser. 3 1859. V. ö. COHN és STEIN.

⁶ Der Org. III.

nek hímeiket létrehozó telepeiben mintegy 100-ra tehető az androgonidiumok száma. A *V. minor*nak androgonidiumokat s korongalakú him telepeket létrehozó családgömbjeit már EHRENBURG is ismerte s mint külön fajt *Sphacrosira Volvox* név alatt írta le.

A korongalakú him telepekké változott androgonidiumok mintegy 64—128 apró, csupán 35—44 μ -nyi hengeres sárgás, vagy halványzöld sejtből vannak összetéve, melyeknek elhegyesedő mellső végük két hosszú, fonalas ostort visel. Ezen apró rajzókból álló him telepek, melyeknek egyéneit COHN *spermatozoidoknak*, STEIN *him egyéneknek* nevezi, miután teljes fejlettségüket elérték, lombikalakú burkukon belül elkezdeneik hőmpölyögni, keringeni. Miután ezen mozgás egy ideig tartott, egyszerre megszűnik s a telep szétesik alkotó elemeire, az apró him rajzókra, melyek burkukat, miután azon belül egy ideig igen élénken hemzsegték, elhagyják s az anya-Volvoxtelep belső ürében szerterajzanak. — Ez áll legalább az egylaki *V. Globatorról*, míg a kétlaki Volvoxoknál a him rajzókból álló telepek STEIN szerint közös telepbe egyesülve hagyják el anyatelepüket, hogy petesejteket tartalmazó női telepeket keressenek fel.

A közös telep kötelékéből kiszabadult him rajzók, vagy spermatozoidok teste megnyúlt; egyik vége bunkósan duzzadt, sárgás, vagy halványzöldes, míg az ellenkező, mely a két ostort s a kiszökellő halványpiros szemfoltot viseli, STEIN szerint pedig még egy igen kicsiny magot is tartalmaz, hosszú szintelen nyakba folytatódik, mely, mint bizonyos csillószőrös ázalekállatkáknak pl. az Amphileptusoknak ormánya, vagy a Lacrymariák hattyúnyaka, meglepően mozgékony s összhúzódó.

Ezen apró him rajzók összegyűlnek a kifejlődött petesejtet rejtő oogoniumok körül s a legélénkebb s tolakodóbb mozgásokkal igyekeznek magukat az oogoniumok burkán keresztül befűrni. Hogy ez végre sikerül is, ezt bizonyítani látszik az, hogy COHN az oogoniumok burkán belül, közvetlen a petesejtek felületén is talált parányi him rajzókat; különben nagyobb valószínűsége van STEIN azon gyanításának,¹ hogy a him rajzók befűródása a lombikalakú oogoniumnak nem bármely pontján, hanem nyakán át történik, mely a közös telepburok felületén valószínűleg nyílással van ellátva.

Bármely úton történjék is azonban a him rajzók

behatolása, annyi bizonyos, hogy közvetlenül a petesejtekhez jutnak, melyeknek felületén COHN vizsgálatai szerint a him rajzócskák testükkel megtapadnak, míg nyakuk még hosszasan higgyódzik s mintegy kalapáló mozdulatokat végez. Abban sem lehet továbbá legkevésbé is kételkedni, — habár közvetlenül nem is sikerült megfigyelni, — hogy egy vagy több him rajzó a petesejttel végre összeolvad s azt megtermékenyíti.

A pete megtermékenyítés után oosporává változik. A burok nélküli gömb felületén kettős burok válik ki, melyek közül a külsőn (*Epispor*) a *V. Globator*nál hosszú, hegyes tüskék nőnek ki, minek következtében az egész spóra buzogányalakú lesz; a *V. minor*nál ellenben sima marad az Epispor, a *V. Carterinél* pedig hullámzatos felületű. A spóra plazmája lassankint elveszti zöld színét s a *V. Globator*nál téglavörössé, a *V. minor*nál sárgává változik.

Kifejlődött oosporákat tartalmazó Volvoxtelepeket már EHRENBURG is észlelt, csak hogy külön fajoknak tartotta, s a buzogányalakú spórákat rejtő *V. Globator*t, *V. stellatus*, a gömbölyű és sima felületű spórákat tartalmazó *V. minor*t pedig *V. aureus* név alatt írta le.

Az érett oosporákat tartalmazó Volvox-telepek elpusztulnak, a spórák a víz fenekére hullanak s kétségkívül csak hosszabb pihenés, valószínűleg kiszáradás után indulnak ismét fejlődésnek. Hogy mily módon fejlődnek azonban ki a Volvox-telepek az oosporákból, a legújabb időig ismeretlen volt. CIENKOWSKI-nak orosz nyelven közölt s COHN-tól közelebről nem idézett értekezéséből az látszik, hogy a spórák tartalma 8, később kirajzó gömbre oszlik.¹ — HENNEGEY szerint, kinek újabb időben sikerült a *Volvox minor* (*V. Dioicus* Cohn) oosporákból való fejlődését megfigyelnie,² az oosporák fejlődésére a kiszáradás nem szükséges. A pihenés után fejlődésnek induló spórák külső burka (*Exosporium*) megreped s a felduzzadt belső burok (*Endosporium*) a képződött repedésen át tartalmával együtt kiszabadul. A narancsszínű spóratartalom szabályos barázdolódás útján, miközben színe barnává, majd zölddé változik, szabályos blastosphaerává változik, melynek belsejében a parthenogonidiumokat már meg lehet különböztetni. A baráz-

¹ COHN, id. ért. 22.

² Generation of the spores of *Volvox dioicus*. Ann. of Nat. Hist. Vol. 3. 1878. V. ö. Zoolog. Jahresbericht. (1880) I. Hälfte. 171.

¹ Id. mű 133.

dálódás befejeztével a felduzzadt belső spóraburok elenyészik, mindegyik sejt két ostort nyer s a fiatal Volvox-telep rajzásnak indul.

CARTER még egy más Volvocineánál, az *Eudorina elegans*-nál is felfedezte, de fájdalom csak töredékesen észlelhette az ivaros szaporodást.¹

Az *Eudorina* ivaros telepei a közönséges 32-es telepektől azonnal megkülönböztethetők az által, hogy telepük burka nem gömbölyű, hanem tojásdad, hátsó végén sekély kiöblösődéssel. Az ivaros telep 32 sejtje közül, — melyek az ivartalan telepek egyéneitől semmiben sem különböznek s ostoraikkal a telepet mozgásban tartják, — a 4 legmellsőbb sajáttságosan átváltozik. Zöld plasmatestők, a nélkül, hogy megnagyobbodnék, hátsó végük egy pontjából kiindulólág mellfelé sugaras irányban szorosan egymás mellett álló részre oszlik, melyek a sejtnek hátsó felét foglalják el s melyekből össze-vissza hullámzó ostorok indulnak ki, míg a sejt mellső felének plasmája csaknem egészen elhasználtatik, piros szemfoltja azonban s egy ideig még működésben levő két ostora megmarad. Végre megpukkan az anyasejt burka s a leírt módon képződött apró rajzók az *Eudorina*-telep belsőjében szerterajzanak. Ezen apró rajzók hosszúfarkú orsóalakú testecskék, két végük szintelen; mellső testvégök két ostort s igen kicsiny piros szemfoltot visel; alakjukat megrövidülés, megnyúlás s különböző irányban való hajlítás által folytonosan változtatják.

E közben az ivaros telep többi 28 sejtje csak annyiban változik, hogy tartalmuk sötétebb zölddé vált s hogy egy keményítőmag helyett gyakran 2—4-et tartalmaznak; e mellett azonban ostoraik még mindig működésben vannak s a telepet ideoda hömpölygetik. — Alig kétséges, hogy ez utóbbiak a női egyének, vagy petesejtek, míg az előbbieket a hím rajzócskák, vagyis spermatozoidok, melyek a petesejtek körül sűrűlődnék, majd megtapadnak rajtuk s szemlátomást azon erőlködnek, hogy beléjük hatoljanak. — A behatolást, vagy a hím rajzónak a petesejtbe való beleolvadását azonban nem sikerült CARTER-nek megfigyelnie; ép oly kevésbé tudja CARTER megmondani, hogy mi lesz a termékenyített petékből. Hogy a termékenyített sejtek, mint CARTER gyanítja, szétterajzanak, ezt méltán tartja STEIN

valótlanszínűnek; ellenben a Volvoxok ivaros szaporodásának ismeretére támaszkodva, STEIN-nel a legvalószínűbbnek kell azt tartanunk, hogy a termékenyített peték pihenő oospórákká változnak, s ezt annál jogosabban tehetjük fel, minthogy COHN az *Eudorina elegans*-nál vörös plasmájú pihenő spórákat, melyek a teleptest burkának elenyészése után szétszóródtak, tényleg észlelt.

Szem előtt tartva azokat, miket a zöld Flagellátok ivaros szaporodásáról eddigelé ismerünk, egészen jogosultnak látszik azon már fentebb hangoztatott feltevés, hogy a további bűvárlatok az ivaros szaporodás létét azon Flagellátoknál is ki fogják mutatni, melyeknél ez idő szerint még nem ismerjük. Igen valószínűnek látszik nevezetesen az, hogy a különböző Flagellátoknál észlelt aprórajzók (*Mikrogonidiumok*) úgy, mint a *Chlamydomonas (Tetraselmis) multifilis*-nél, az ivaros nemzedéket képviselik, s hogy rendeltetésük az, hogy párosával egygyeolvadjanak; vagy pedig, mint a Volvox nemnél s az *Eudorina*-nál, arra hivatvák, hogy mint törpe hímek, termékenyítő sejtek, vagy spermatozoidok, petesejtek értékével bíró nagyobb sejtekbe beleolvadjanak, azaz ezeket megtermékenyítsék. — A *Chlorogonium euchlorum* mikrogonidiumainak egybekelését STEIN csakugyan meg is figyelte.¹

Az egygyé-, vagy beleolvadási, illetőleg termékenyítési folyamat, a mennyiben a Flagellátoknál ismerjük, mindig keményhéjú, zygospórák vagy oospórák fejlődésére vezet, melyekből hosszabb pihenés, többnyire kiszáradás és ismét víz alá kerülés után rajzik ki egyetlen, vagy több fiók-Flagellát, melyek a magánosan élő alakoknál közvetlenül elődeikhez hasonlítanak, a telepeket képzőknél pedig — miként a *Pandorina* teljesen ismert fejlődésmenete mutatja — a rövid rajzás után változnak át oszlási sarjaiknak együttmaradása útján rajzótelepekké. — Mindezekben tökéletesen megegyeznek a zöld Flagellátok a velök bizonyára legközelebbi rokonságban álló zygospórák, illetőleg oospórákkal szaporodó fonálmoszatokkal. Legyen e helyen elég erre nézve CRAMER-nek² valamint DODEL-PORT-nak³ az *Ulothrix zonata*,

¹ Der Org. III. Taf. XVIII. Fig. 26—29.

² Ueber Entstehung und Paarung der Schwärmsporen von *Ulothrix*. Bot. Ztg. 1871. No 5. p. 76., és No 6. p. 89.

³ *Ulothrix zonata*. Ihre geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung. Jahrb. f. wiss. Bot. X. Bd. (1876) 417. És: An der unteren Grenze des pflanzlichen Geschlechtslebens, Kosmos. I. Jahrg. (1877) 219.

¹ On the Fecundation in *Eudorina elegans* and *Cryptoglena*. Annales of Natur. Hist. III. ser. 2. 1859. V. ö. STEIN, Der Org. III. 139.

PRINGSHEIM-nek,¹ továbbá JURÁNYI-nak² az Oedogoniumok ivaros szaporodására vonatkozó vizsgálataira utalnom. Amott, az Ulothrixnél, két egyforma mikrozoospórának egygyeolvasásából fejlődött zygospórából egy idei pihenés után 2, 3, 4—10—16 részre való osztlás útján ugyanannyi makrozoospóra képződik, melyek rövid rajzás után letelepednek s Ulothrix-fonállá fejlődnek; emitt, az Oedogoniumoknál, a törpe him növénykében fejlődő him rajzócskától (spermatozoidok) megtermékenyített nagy sötétzöld petesejtből fejlődő oospórát, a pihenési időszak befejeztével 4 rajzó hagyja el, melyek pihenésre jutva, egy-egy Oedogonium-fonállá fejlődnek.

Szükségesnek tartottam ezt előrebocsátani, mielőtt STEIN-nek a Flagellátok ivaros szaporodására vonatkozó s minden más bűvaretől eltérő felfogására áttérnék. STEIN, mint már fentebb alkalmam volt előadni, a zöld Flagellátoknak a moszatokkal való rokonságát nem akarja elismerni, hanem azokat valódi állatoknak tartja, melyeknek legfőbb állati bélyegét a mag és lüktető üröcskéik létében keresi.³ Azok után, a miket fentebb a rajzóspórák, moszatok, gombák, s Flagellátok közötti viszony tárgyalásánál előadtam, felesleges volna STEIN felfogásának czáfolásába újlag bocsátkoznom, azért csak annyit akarok e helyen ismételni, hogy mag és lüktető üröcskéik mai nap már több moszat rajzóspóráinál is ismeretesebbek; e szerint tehát a rajzóspórák és Flagellátok között szerkezeti különbségek egyáltalában nincsenek.

Ha nem is ismernők PRINGSHEIM vizsgálatait után a *Pandorina Morum*-nak, ROSTAFINSKI nyomán pedig a *Chlamydomonas (Tetraselmis) multifilis*-nek ivaros szaporodását az egybekelés kezdetétől egészen a zygospórából kirajzó nemzedékig; mégis, tekintetbe véve azt, a mit a közel rokon moszatoknak ivaros szaporodásáról ez idő szerint tudunk, jogosan tehetnők fel már a priori, hogy a zöld Flagellátoknak ivaros szaporodása ez utóbbiakétól lényegesen nem fog eltérni, — s PRINGSHEIM és ROSTAFINSKI vizsgálatait ezen jogos feltevést csakugyan teljes mértékben megerősítik.

STEIN valamint a Flagellátok és rajzóspórák között szerkezeti különbségeket tesz fel, — melyek azonban, mint láttuk, tényleg nincsenek —: úgy

fundamentális különbségeket vél a moszatok s zöld Flagellátok ivaros szaporodása között is, mely abban áll, hogy a Flagellátoknál, úgy mint a csillószőrös ázalekállatkáknál, — melyeknek úgynevezett «acinetaszerű embrióit» STEIN még mindig valódi embrióknak tekinti, — az egybekelés után a magból fejlődik ki az ivaros úton létrejött nemzedék.¹

STEIN az *Euglena viridis*-nek magból kiinduló szaporodásáról nagy monografikus munkájának már a Hypotricheket tárgyaló részében tesz említést² s hajlandó feltenni, hogy a megnagyobbodott mag oszlási gömbjeiben fejlődő apró, szintelen rajzók ivaros úton jönnek létre. A Flagellátok körül tett újabb, beható vizsgálatait legfontosabb eredményének tekinti, hogy a magból kiinduló ivaros szaporodást a *Chlamydomonas*, *Phacus*, *Euglena*, *Trachelomonas*-neként valamint néhány más Flagellátnál is sikerült kimutatnia.³ A mennyiben STEIN munkája eddig megjelent részének egyes helyeiből,⁴ a közölt táblákból s ezeknek magyarázó szövegéből kivehető, a Flagellátok ivaros szaporodása a következő módon történék: az egybekelés két egyének egygyeolvasásával, illetőleg az apró him sejtnak a nagy női sejtbe való beleolvasásával, valamint a két sejt magjának egygyeolvasásával végződik s ez utóbbi képezi a termékenyítési folyamat tulajdonképi actusát. Erre a mag a Flagellát zöld plasmatestének rovására tetemesen növekedik s vagy maga lesz csíragömbbé (*Keimkugel*), vagy pedig több részre oszlik s ezen oszlási darabok változnak csíragömbökké. Ezen csíragömbök azután burkokon belül gyorsan ismétlődő sugaras és harántirányú oszlások útján apró gömböcskékre esnek szét s a fejlődés ezen szakán csírazacskókat (*Keimsack*) képeznek, melyeknek megpukkantával végre igen parányi, szintelen embriók rajzanak szét. Hogy ezen parányi, szintelen «embriók»-ból mily módon lesznek zöld Flagellátok, ezt STEIN-nek nem sikerült kifürkésznie.

Fentebb előadtam már, hogy a Flagellátok magjában fejlődő parányi szintelen rajzókkal egészen meg egyezők több gyökérlábúnak magjában is észleltettek s majd termékenyítő testecskéknak, majd embrióknak tartattak, míg újabb vizsgálatok kiderítették, hogy mindezek voltaképen élősdű Chytridiumféléknek

¹ Morphologie der Oedogonien. Jahrb. f. wiss. Bot. I. Bd. (1857) 1—81.

² Oedogonium diplandrum. Ért. a term. tud. kör. Kiadja a magy. tud. Akad. IX. és XII. sz. 1871.

³ Der Org. III. 47, 51.

¹ Der Org. III. VIII.

² Der Org. II. Abth. 56, 61, 67.

³ Der Org. III. VIII.

⁴ III. 130, 146.

a rajzói. Ezekre, valamint több Flagellát s a rokon moszatok ivaros szaporodásának ismeretére támaszkodva, legkevésbé sem habozom azt állítani, hogy a STEIN-től embrióknak tartott parányi rajzók nem tartoznak az illető Flagellátnak fejlődéskörébe, hanem nem egyebek élősdű Chytridiumféléknél. — Hogy élősdű szervezetek mennyi zűrzavart idéztek már elő a véglények ismerete körül, s hogy mily nehéz a legalsóbb s legkisebb lényeket pusztító élősdiek valódi természetét kipuhatolni, köz tudomású dolog; maga STEIN is kénytelen elismerni, hogy élősdű Chytridiumok másokkal együtt őt is tévútra vezették.¹ Tévétra vezették STEIN-t, midőn a betokozott *Vorticellákban* fejlődő élősdű Chytridiumok rajzói a *Vorticellák* embrióinak tekintette;² tévétra vezették CIENKOWSKI-t, midőn a *Nassula ambiguában* fejlődő Chytridiumokat tartotta a *Nassula* embrióinak;³ tévétra vezették továbbá az élősdű véglények, mint alább látni fogjuk, mindazon buvárokat, kik a csillószőrös ázalékállatokban fejlődő Acinetákat az illető ázalékállatka valódi embrióinak tartották. Ilyen tévétra vezették, felfogásom szerint, STEIN-t azon élősdű Chytridiumok rajzói is, melyeket legújabb művében a Flagellátok ivaros úton fejlődő embrióinak tekint. — Ha valami, úgy bizonyára a véglények ismeretének története igazolja azon sokszor ismételt állításnak helyességét, hogy tévedések jelölik azon utat, melyen a bűvárkodás, az igazságot keresve, haladott!

b) Levélzöldet nem tartalmazó Nudiflagellátok.

A levélzöldet nem tartalmazó Nudiflagellátok szaporodása, a mennyiben azt főleg JAMES-CLARK-nek,⁴ BÜTSCHLI-nek⁵ és STEIN-nek⁶ vizsgálatai után ismerjük, leggyakrabban az ostor ostorelleni végét összekötő s a hossztengellyel többnyire összeeső tengely irányában véghezmenő oszlás útján történik; ily hosszirányú oszlás ismeretes nevezetesen a STEIN-től

felállított következő családok képviselőinél: *Mona-dina*, *Dendromonadina*, *Craspedomonadina*, *Bikoc-cida*, *Cryptomonadina*,* *Astasiaca*,** *Scitomonadina*.

A véglény testének oszlását, — mint a rajzási időszakuk alatt oszló zöld Flagellátoknál, — úgy lát-szik, hogy mindig megelőzi az új ostornak, vagy osto-roknak kifejlődése, minek következtében az oszlásra készülő, rendesen elszélesedett testű Flagellát ideig-lenesen számfeletti ostorokkal van ellátva, JAMES-CLARK szerint az *Anthophysánál* a főostor is részt vesz az oszlásban; oszlást megelőzőleg megvastagodik, azután szemlátomást kettéhasad;¹ ugyanezt állítják DALLINGER és DRYSDALE egy Monasféléről, melynek ostorát szintén egész hosszában kettéhasadni látták.²

Hogy oszláskor a Flagellátok magja is kettéoszlik, magától érthető. STEIN-nek számos erre vonatkozó rajzai szerint a hólyagocskaalakú mag a Flagellát haránt tengelye irányában megnyúlik, majd befűződ-vén, piskótaalakú lesz, hogy végre ezen befűződés irányában kettéváljék. BÜTSCHLI-nek, ki az *Aniso-nema sulcatum* oszló magjának finom szerkezeti vál-tozásait tanulmányozta, a következőket sikerült meg-figyelnie: A mag már rövid idővel az oszlási barázda megjelenése előtt, vagy evvel egyidejűleg a véglény haránt irányában szalagszerűleg megnyúlva található. Az ily módon oszlásra készülő magnak *belső testében* (*Binnenkörper*, azaz a hólyagocskaalakú mag magocskájában) meglehetősen határozottan lehetett hossz-sávokat megkülönböztetni, melyek csomós duzzadások-kal végződtek. Az oszlási folyamatnak továbbhaladtá-val a szalagalakú mag közepett befűződik s mindkét duzzadt végében egy belső testet (magocskát) lehet megkülönböztetni, melyek egy ideig még finom fonál-tól maradnak összekötve; a befűződés egyre szű-kebbre húzódva, az elgömbölyödő magokat végre ketté osztja.³

Ezen, bár ez idő szerint csak egyedül álló észlelet-

* A *Cryptomonas*félék családjába STEIN levélzöldet nem tartalmazó (*Chilomonas*) és levélzöldet tartalmazó (*Cryptomonas*, *Nephroselmis*) alakokat oszt be.

** Ugyanez áll STEIN *Astasia*féléiről, melyek között az *Eutreptia* zöld, míg az *Astasia*, *Heteronema*, *Zygoselmis*, *Peranema*-nemek levélzöldnélküliek.

¹ Id. m. 329.

² Researches on the life history of a Cercomonad, a lasso of Biogenesis. Monthl. micr. journ. Vol. X. 1873. — V. ö. HUXLEY, Az állat- és növényország határöve. Ford. HORVÁTH GÉZA. Term. tud. közl. IX. köt. 90. füz. 1877. 67.

³ Id. m. 257.

¹ Der Org. III. 108.

² Infusionsthiere. 194, 203.

³ Ueber Cystenbildung der Infusorien. ZWZ. VI. (1855) 303.

⁴ On the Spongiæ Ciliatæ as Infusoria Flagellata; or Observations on the Structure, Animality, and Relationship of Leucosolenia botryoides, Bowerbank. Memoirs of the Boston soc. nat. hist. Vol. I. 1867.

⁵ Beiträge zur Kenntniss der Flagellaten und einiger verwandten Organismen. ZWZ. XXX. 1878.

⁶ Der Organismus der Infusionsthiere. III. Abth. I. Hälfte. 1878.

nek fontossága abban áll, hogy általa sikerült kimutatni, hogy ugyanazon finomabb szerkezeti változások, melyek az oszló sejtmagokat, valamint, mint fentebb láttuk, a monothalamiumokat s mint alább előadandjuk, a csillószőrös ázalékállatkák oszló magját annyira jellemzik, a Flagellátoknál is létrejönnek.

DALLINGER és DRYSDALE állítják, hogy az általok észlelt Monasféléknél az oszlási sarjadék magképződése az előadottaktól egészen eltérő. Nevezett bűvárok szerint a Flagellát testének oszlását megelőzőleg közvetlenül a régi mag mellett egy kis testecske képződik, mely ettől lassankint eltávozik s az egyik oszlási sarjadék magjává fejlődik, míg a másik a régi magot tartja meg.¹ Nem hiszem, hogy BÜTSCHLI tévedne, midőn a magképződésnek ezen módját valószínűtlennek tartja.

A többi szintelen Flagelláttól, oszlásuk irányát véve tekintetbe, eltérni látszanak STEIN *Spongomonasféléi* (*Cladomonas*, *Rhipidodendron*, *Spongomonas*, *Phalansterium*), melyeknél haránt irányú oszlásról tesz említést.

CIEŃKOWSKI a *Monas Guttulánál* (= *Monas Termo Erb.*, *J. Clark*, *Spumella vulgaris Cienk.*) nem csupán hosszirányú oszlást észlelt, mint ezen Monasfélének egyéb észlelői, nevezetesen JAMES-CLARK, BÜTSCHLI és STEIN, hanem még oldalt fejlődő sarjak útján történő szaporodást is.²

Haránt, vagy ferde irányú oszlással szaporodik SCHNEIDER,³ STEIN⁴ és MERESCHKOWSKY⁵ ide vágó vizsgálatai szerint a *Polytoma Uvella*, mely burkán belül, — melynek létezését MERESCHKOWSKY bizonyára tévesen tagadja, — a nélkül, hogy mozgását megszüntetné, szétoszlik 2 részre, melyek többnyire még egyszer, vagy kétszer oszlanak, úgy, hogy a közös burkon belül 4—8 egyénből álló ideiglenes volvoxszerű telepek képződnek, melynek egyes egyénei később szétválnak s egyenkint indulnak rajzásnak.

A már fentebb említett CIEŃKOWSKI-féle Monasféléken (*Monadinae Zoosporeae Cienk.*) kívül, — melyeket, minthogy a Flagellát-alakból csakhamar gyökérlábú-alakba mennek át, a gyökérlábúaknál tár-

galtunk, — a betokozódás aránylag kevés szintelen Flagellátnál ismeretes: így az épen említett *Polytománál*,¹ a *Phalansterium consociatum*-nál,² a *Bodo caudatus*-nál, mely STEIN-től felállított s a DUJARDIN-féle *Amphimonas caudatára* alapított Monasféle a legnagyobb valószínűséggel azonos CIEŃKOWSKI *Colpodella pugnax*-ával,³ továbbá egy másik közelebből meg nem határozott Bodonál s Monadinál,⁴ végre a *Monas Guttulánál*.⁵ Míg a többieknek a gömbbé húzódott Flagellát egész felületén választ ki többnyire meglehetősen vastag burkot, addig a *Monas Guttulánál* CIEŃKOWSKI szerint a még mozgó Flagellát belsejében képződik egy kemény héjú, rövid kocsánynyal ellátott, gömbölyüded tok. Ugyanilyen belső betokozódást észlelt CIEŃKOWSKI egy barnás festőanyagot tartalmazó Flagellátnál is, melyet *Chromulina nebulosának* nevez.⁶ — A betokozott szintelen Flagellátok további végzetéről igen keveset tudunk; CIEŃKOWSKI egy Bodo-fajnál, melyet seregesen talált rothadó kerekállatkák s rovarálcák között, s egy közelebből szintén meg nem határozott Monasféléknél a tokokból egyetlen egyént látott kirajzani;⁷ a *Colpodellák* ellenben, melyek a Chlamydomonasoknak kiszivott tartalmával teletömve magukat, emésztésre állandóan betokozódnak, egy idei pihenés után 4—8 részre oszlanak s ezen oszlási sarjak a tokon képződő nyíláson át kinyomulnak s mielőtt szerterajzanának, úgy, mint bizonyos alsóbb gombák- és moszatoknak rajzói, rövid ideig még egy finom burkú tömlőbe vannak zárva.⁸ STEIN, ki a *Colpodella pugnax*-szal valószínűleg azonos *Bodo caudatus*-nak betokozott állapotban való szaporodását s kirajzását észlelte, a CIEŃKOWSKI-tól a *Colpodellánál* leírt finom hurokról, nem tesz említést.⁹

Az egybekeléssel kezdődő ivaros szaporodásnak egy nemét észlelte DALLINGER és DRYSDALE a már fentebb felemlített, közelebből meg nem határozott Monasféléknél. Nevezett bűvárok szerint ezen Monas-

¹ SCHNEIDER, id. m. 196. — STEIN, Der Org. III. Taf. XIV. MERESCHKOWSKY, id. m. 183.

² CIEŃKOWSKI, Ueber Palmellaceen etc. AMA. VI. (1870) 430.

³ CIEŃKOWSKI, Beiträge zur Kenntniss der Monaden. AMA. I. (1865) 216. — STEIN, Der Org. III. Taf. II.

⁴ CIEŃKOWSKI, id. h.

⁵ CIEŃKOWSKI, Ueber Palmellaceen etc. 434.

⁶ Id. m. 435.

⁷ Beitr. zur Kenntn. d. Monaden. 217.

⁸ CIEŃKOWSKI, id. m. 216.

⁹ Der Org. III. Taf. II. Fig. V. 13.

¹ Id. mű. V. ö, BÜTSCHLI, id. mű 257.

² Ueber Palmellaceen und einige Flagellaten. AMA. VI. 1870. 434.

³ Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. AAP. (1854) 194.

⁴ Der Org. III. Taf. XIV.

⁵ Studien über Protozoen des nördlichen Russland. AMA. XVI. (1879) 183.

félék kettesével egymáshoz simúlnak, lassankint egyetlen háromszögű tömegbe folynak össze s miután organizációjuknak minden nyoma eltűnt, nyugalomba merülnek. Nemsokára azonban a tokok tartalma hullámzó mozgásba jő; a háromszögű tömeg csúcsai hirtelen megrepednek s belsejéből igen aprószemecskéjű sűrű, sárgás állomány ömlik ki. DALLINGER és DRYSDALE ezen állománynak szemecskéit, melyeknek átmérője csak mintegy 0.000,127 mm.-re becsülhető (!), csíráknak tartják, melyek lassankint növekedvén, Monasfélékké fejlődnek.¹

STEIN is tesz említést valószínűleg egybekelésnek tartható folyamatról a *Monas Guttulánál*² s a *Codonosiga Botrytisnél*³; mindkettőnél, mint a Vorticellafélék rügyszerű egybekelésénél, egy kisebb egyén mintegy ráoltja magát egy nagyobb egyénre. A mi az utóbbit, a *Codonosigának* rügyszerű egybekelését illeti, a STEIN-től adott rajz után indulva, ép oly jogosan lehet rendellenesen lefolyt oszlásra, mint egybekelésre gondolni. A mi pedig a *Monas Guttulának* egybekelését illeti, ennél ismét a nagy Monasra magát mintegy ráoltó sokkal kisebb gömb- vagy körtealakú egyén, felfogásom szerint nem lehet más, mint elősdi Chytridium; azon STEIN-től is Chytridiumoknak tartott képletek legalább, melyeket a *Chlamydomonas Pulvisculusnál*⁴ s a *Chlorogonium euchlorumnál*⁵ ábrázol, nem különböznek a Monasokon ülő rügyszerű testektől. Különben maga STEIN is csak «gyaníthatólag» s nem határozottan egybekelésnek tartandó folyamatról (Vermeintliche Conjugationszustände) tesz említést. Úgy látszik, hogy STEIN hajlandó feltenni, hogy a gyanítható egybekeléssel kezdődő ivaros szaporodási folyamat a színtelen Flagellátoknál is a magból kiinduló szaporodásra vezet: legalább a Monasfélék között a *Monas Guttulánál*,⁶ az Astasiafélék között a *Menoidium pellucidumnál*⁷ s a Scytomonasfélék között a *Tropidocyphus octocostatusnál*, az *Anysonema grandenél* s az *Entosiphon sulcatumnál*⁸ rajzol a megnagyobbodott magból fejlődő «csíragömbök»-et s apró «embriók»-at tartalmazó «csírazacskók»-at, melyek felfogásom szerint, mint a

Rhizopódok és zöld Flagellátok magjában fejlődő apró rajzók, nem tartozhatnak az illető Flagelláthoz, hanem csakis a magot megfertőztető elősdi Chytridiumféléknek lehetnek rajzói.

c) Cilioflagellátok.

A mit a Flagellátok egyik legérdekesebb, de egyszersmind legnehezebben tanulmányozható csoportjának, a Cilioflagellátoknak szaporodásáról mai nap tudunk, bár egyes bűvárok, nevezetesen STEIN édesvízi, BERGH édesvízi s főleg tengeri képviselőikkel, JOSEPH G. pedig egy barlanglakó fajjal igen behatóan foglalkozott, igen hézagos és sok kívánnivalót hagy.

Hogy a szabadon rajzó Cilioflagellátok hosszirányú oszlással, mint EHRENBURG és PERTY állította, nem szaporodnak, ez mai nap bebizonyítottnak tekinthető, s az sem szenved kétséget, hogy a nevezett bűvárok egybekelt párokat tartottak hosszirányú oszlásban levőknek.

Az oszlási folyamat eddigelé csak a *Peridinium tabulatum*-, *Glenodinium cinctum*-, *Gymnodinium Pulvisculus*- és *G. Vorticellánál* ismeretes; valamennyinél STEIN fedezte fel.¹ És BERGH-nek a *Peridinium* és *Glenodinium* szaporodása körül tett vizsgálatai² STEIN észleleteinek helyességét csak megerősítik.

Az oszló Cilioflagellátok elálló kocsonyás burkot választanak ki, melyen belül gömbbé húzódnak s haránt irányban két egyenlő részre oszlanak, melyek, miután a Cilioflagellátok jellemző szervezetét elérték, a páncélezott alakoknál is (*Peridinium*, *Glenodinium*) burok nélküli testtel hagyják el a kocsonyás tokot s páncélukat csak a szabad rajzás alatt választják ki. A páncélezottak közül a *Peridinium* annyiban tér el a *Glenodiniumtól*, hogy az előbbi szaporodásra készülve, páncélát nem hagyja el, míg az utóbbi megvedlik. A vedlés azonban, mely a páncélezott Cilioflagellátoknál igen gyakran észlelhető s már CLAPARÈDE- és LACHMANN-tól is leiratott,³ nem mindig vezet oszlásra. Az oszlási sarjak száma rendszeren kettő, csak a *Gymnodinium Pulvisculusnál* talált STEIN egy alkalommal 4 oszlási sarjat tartalmazó tokot.⁴ STEIN vizsgálatai szerint a Cilioflagellátok

¹ V. ö. HUXLEY, id. ért. 68.

² Der Org. III. Taf. I. Fig. VI. 6—S.

³ Id. m. Taf. VIII. Fig. 10.

⁴ Id. m. Taf. XV. Fig. 11—15.

⁵ Id. m. Taf. XVIII. Fig. 24—25. és 29.

⁶ Id. h.

⁷ Id. m. Taf. XXIII.

⁸ Id. m. Taf. XXIV.

¹ Der Org. III. 94.

² Der Organismus der Cilioflagellaten. Eine phylogenetische Studie. MJ. VII. (1881) 240, 248.

³ Études. III. 71.

⁴ Id. m. 95.

oszlása, miként már említettem, mindig haránt irányban történik, mi teljes összhangzásban van a többi Flagellátok legnagyobb részénél észlelt oszlási irány, mely a testet az ostor- és ostorelleni véget összekötő tengelyben felezi, s a mely tengellyel a Cilioflagellátok testének haránt tengelye esik össze.

Meg kell még itt emlékeznem azon sajátosság closteriumalakú tokokról, melyeket CLAPARÈDE és LACHMANN tengeri és édesvízi Cilioflagellátok társaságában,¹ STEIN pedig a *Peridinium tabulatum*mal együtt észlelt.² Ezen meglehetősen vastag és keményburkú tokok majd egyetlen, megnyúlt, csupasz peridinumszerű testet, majd 4—8 igen apró csupasz Peridiniumot, vagy helyesebben, STEIN nemi jellemeire támaszkodva, Gymnodiniumot zárnak körül. Igen valószínű, hogy ezen tokok pánczéluakat levett Peridiniumok- és Glenodiniumoknak nyugvó alakjai s hogy a bennük fejlődő apró Cilioflagellátok, melyeket mikrogonidiumoknak lehetne nevezni, a betokozott plasmatest többszörös oszlása útján jönnek létre.

Említettem már, hogy EHRENBURG és PERTY néhány Cilioflagellátának szabad rajzása közben végbenő hosszirányú oszlásáról tesz említést, s CLAPARÈDE és LACHMANN is felemlít s ábrázol egy kicsiny tengeri Peridiniumfélét,³ melynek két szabad hátsó s közös mellősrészből összetett testéről azt véli, hogy hosszirányú oszlásban van. Ezen felfogással szemben STEIN és JOSEPH vizsgálatai minden kétség fölé emelték, hogy az ily párok nem oszlásban, hanem egybekelésben vannak, s mindkét bűvár szerint ezen egybekeléssel veszi kezdetét a Cilioflagellátok ivaros szaporodása.

STEIN szerint, ki vizsgálatait a *Gymnodinium Pulvisculum* végezte,⁴ a mindig egyenlő nagyságú egybekelő párok hasi oldaluknak, — azaz testük vájt oldalának, — ellenkező szélével egyesülnek s a nélkül, hogy rajzásuk megszűnnék, lassankint teljesen egy testbe olvadnak, miközben a két egyén magja is egyetlen gömbbé egyesül. A két-két egyén teljes egygyeolvadásából keletkező új egyének, melyeket STEIN ivaros nemzedéknek nevez, nagyságukat kivéve, semmiben sem térnek el a közönségesektől. A két mag egyesülésétől megtermékenyített mag vagy maga, vagy, mint STEIN egyes észleletei után véli, az

ennek belsejében fejlődő gömb lesz «csíragömb»-bé, mely belsejében világos hólyagot s ez ismét egy középponti magot rejt, s e szerint, — miként STEIN magát kifejezi, — egészen megegyezik egy csírahólyagot s csírafoltot tartalmazó petével. A csíragömb legtöbb esetben osztatlan marad s csak ritkán oszlik két gömbre, mi különben a fejlődés további menetére épen nincs befolyással; ezen fejlődésmenet pedig abban áll, hogy az egy vagy két csíragömb állománya lassankint szétoszlik igen nagyszámú apró gömböcskére, melyek csak a csíragömb igen vékony burkától tartanak össze s melyeknek képződésében a változatlanul megmaradó középponti hólyagocska nem vesz részt. A csíragömbből ily módon «csírazacskó» keletkezett, mely nagyszámú apró «embrió» tartalmaz; ez utóbbiaknak azonban sem szervezetét, sem kirajzását nem sikerült STEIN-nek megfigyelni.

Látható ezen leírásból, hogy STEIN-t a Cilioflagellátok ivaros szaporodása körül tett vizsgálatai lényegében ugyanazon eredményre vezették, mint a Nudiflagellátoknál; az ivaros nemzedék a Cilioflagellátoknál is a megváltozott magban fejlődő parányi «embriók»-at hozza létre, melyeknek szervezetét azonban nem sikerült STEIN-nek kifürkészni, s melyeknek további végzete ép úgy homályba van burkolva, mint a Nudiflagellátok «embriói». Ily «embriókat» valamint számos Nudiflagellátánál, úgy a *Peridinium tabulatum*nál magam is számtalanszor észleltem s a leghatározottabban meggyőződtem arról, hogy nem egyebek elősdi Chytridiumok rajzóinál, melyek a Peridiniumok belsejéből palaczknyak-alakú csöveken rajzanak ki, mely csövek a rajzókra még szét nem esett «csíragömb» felületéből sarjadzanak s a Peridinium pánczélat átúrják; a kiszabadult Chytridiumrajzók ép Peridiniumok felületére telepednek s Chytridiumsejtekévé növekednek. Teljesen igazat kell tehát adnom BERGH-nek, midőn azt állítja, hogy STEIN vizsgálatai nyilván parazitáktól megtámadott példányokra vonatkoznak.¹

STEIN-en kívül ivaros szaporodást írt le JOSEPH G. az Adelsberg melletti Pinka jama barlang vizeiben élő *Peridinium stygium*ról.² Ezen Cilioflagellát két alakban népesíti a barlang pocsolyáit: t. i. pánczél nélküli kisebb alakokban, melyek a STEIN-től felállított nemi jellemek szerint a Gymnodinium-nembe

¹ Ét. III. 70.

² Id. m. 94.

³ Id. m. p. 73. Pl. 13. Fig. 22.

⁴ Id. m. 95.

¹ Id. m. 191.

² Ueber Grotten-Infusorien. Vortr. in der Sitzung der naturwiss. Sect. der schles. Gesellsch. für vaterl. Cult. am 13. Nov. 1878. Zoolog. Anz. No 22. (1879) 114.

tartoznak s nagyobb, 25 szabálytalan ötszögletes tábláscskákból összetett pánczéllal borított, e szerint a Peridinium-nembe tartozó alakokban. Az előbbieket a Peridinium stygiumnak fiatal, az utóbbiak kifejlett egyénei, melyek pánczéluk kifejlődésével egyúttal ivarérettségüket is elérték.

Ezeknek ivaros szaporodása JOSEPH vizsgálatai szerint következő módon történik. A Peridiniumok kettésével egybekelnek, még pedig a hátsó testfél hasoldali hosszbarázdájában fekvő hasadékon («szájnilyás») kinyomuló testállomány segítségével látszanak egymáshoz ragadni. Az egybekelt egyének mindig ellenkező helyzetben egyesültek, úgy hogy a hátsó testfelek közül az egyik mell-, a másik hátfelé volt irányítva s szabadon kiállott. A magok egymáshoz húzódtak s egyetlen piskótaalakú tömeget látszottak képezni, melyben apró szemecskék élénken hemzsegték; vajjon e közben magállomány kicserélődött-e, ezt nem sikerült eldönteni. A párok egygyé soha sem olvadtak, hanem ismét szétváltak, mire ostorukat s csillószőreiket elvesztve megszűntek mozogni. Erre elkezd a mag a testállomány rovására növekedni s vagy egyetlen gömböt képez, vagy két részre oszlik, felületén finom cuticularis hártyát választ ki, s a pánczél megrepesztve, végre kiszabadul.

A továbbfejlődésre irányadó az, vajjon egyben maradt-e a mag, vagy ketté oszlott. Az utóbbi esetben mindkét magrésztlet egy-egy Gymnodiniummá fejlődik. Az előbbi esetben ellenben a maggömböt, vagy «csíragömb»-öt, miután állományának szemecskéi elenyésztek, nagyszámú hólyagocskák töltötték ki, melyekben egy-egy világos középpontot lehet megkülönböztetni. Ezen hólyagocskák egyre növekednek s a csíragömb burkát végre megrepesztve kiszabadulnak, hogy itt Gymnodiniumokká fejlődjenek, melyek később Peridiniumokká változnak.

További vizsgálatok fogják csak eldönthetni, hogy az előadott «ivaros szaporodási mód» mennyiben alapszik helyes megfigyeléseken.

4. Noctilucák.

A Noctilucák szaporodását BRIGHTWELL-nek¹ és CIENKOWSKI-nak² a *Noctiluca miliaris*on tett vizsgálataiból ismerjük.

¹ On Self-Division of Noctiluca. Quat. Journ. of Microsc. Sciences. Vol. III. 1855. V. ö. CLAUS, Grundzüge der Zoologie. III. Aufl. (1876) 144.

² Ueber Schwärmerbildung bei Noctiluca miliaris.

BRIGHTWELL oszlással történő szaporodást észlelt, mely főleg ősszel s télen megy véghez s melynél részint szabadon mozgó, részint ostorukat és tapogatójukat elveszített egyének magjukkal együtt két egyenlő részre oszlanak.

CIENKOWSKI ellenben sarjadzás útján való szaporodást észlelt, melynek első fázisai élénken emlékeztetnek a részleges petebarázdolódásra. Már BUSCH¹ tesz említést ostorukat s tapogatóikat elveszített, gömbbé húzódtott hólyagalakú Noctilucákról, melyekben apró Noctilucákka változó csírák képződnek. Ezen rajzóknak képződése CIENKOWSKI szerint következő módon történik. A sarjadzásra készülő Noctiluca ostorát s tapogatóját visszavonja, szájnilyását pedig elveszíti; e közben protoplazmája, melyben a mag szintén elenyészni látszik, a hólyagalakú testburoknak egyik szeletére húzódik. Erre a korongba összegyűlt testtartalom, az úgynevezett paizs, akár egy részben barázdolódó pete, ismétlődő oszlások útján feldarabolódik 2, 4, 8, 16 stb. részre. Az oszlásokkal lépést tart a protoplazmadaraboknak a borító cuticulával együtt való kiemelkedése, kifelé sarjadzása; midőn ezen sarjadékok mintegy 0.016—0.22 mm.-nyi nagyságot értek, szabad végükön egy finom ostor fejlődik, erre alapjukról lefűződnek s szerterajzanak. Ezen apró rajzók, melyeknek finom ostora mellett egy fonalas nyúlvány áll ki, melyből később a tapogató fejlődik, vastag tönkkel ellátott kalapos gombához hasonlítanak, később rajzásuk közben csaknem colpodaalakúak lesznek. Néha a paizsból sarjadzó rajzók, mielőtt leválnának, tekintélyes nagyságra növekednek, belsejükben mag különül el s plasmájuk hálózatos szerkezetet nyer, s ezek igen hasonlítanak a már BUSCH-tól leírt fiatal Noctilucákhoz.

CIENKOWSKI egybekelést is észlelt a Noctilucáknál. Két Noctiluca szájjoldalával szorosan egymáshoz simul s ostorát és tapogatóját elvetvén, egy testté olvad, melyben a két mag is egygyé nő. Valószínű, hogy az egygyéolvadás elősegíti a rajzók képződését; hogy azonban nem előzi meg okvetlenül a sarjadzást, e mellett szól azon körülmény, hogy CIENKOWSKI igen apró Noctilucákon is talált sarjakat.

AMA. VII. (1871) 131. Továbbá: Sitzungsberichte der zoologischen Abtheilung der III. Versammlung russischer Naturforscher in Kiew. Mitgetheilt von KOWALEWSKY. ZWZ. XXII. (1872) 297.

¹ Beobachtungen über wirbellose See-Thiere 1851. V. ö. BRONN, Class. u. Ordn. d. Thierreichs. I. Bd. (1859) 64.

5. Ciliátok.

A) Oszlás és sarjadzás.

Az ázalékállatkáknak oszlás útján történő szaporodását, mint a fentebbiekben előadtuk, a véglényeknek már legelső bűvárai is ismerték s egyes ázalékállatkák oszlásának részleteit már a legelső bűvárok is igen pontosan megfigyelték: így nevezetesen az édesvízi Hydrának halhatatlan nevű bűvára, TREMBLEY ÁBRAHÁM, a Stentorok oszlásáról már a múlt század első felében valóban klasszikus leírást közölt.¹

Daczára annak, hogy, — mint fentebb említettük, — a hosszirányban egymást megfekvő ázalékállatkákat már LEEUWENHOEK és MÜLLER O. FR. nem oszlásban, hanem «közösülés»-ben levőknek tartották: mégis egész a legújabb időig fentartotta magát ERHENBERG-nek azon felfogása, hogy az ázalékállatkák mind haránt-, mind hosszirányú oszlással szaporodnak, s az egybekelési folyamatot BALBIANI-nak újra kellett felfedeznie. BALBIANI-nak, STEIN-nak, ENGELMANN-nak, BÜTSCHLI-nek s másoknak vizsgálatai véglegesen bebizonyították, hogy hosszirányban csak igen kevés ázalékállatka oszlik s hogy az ily irányban páronként összefüggő ázalékállatkák tényleg nem oszlásban, hanem egybekelésben vannak, mely folyamatot alább tüzetesen fogjuk tárgyalni.

A mit ismereteink jelen állásán az ázalékállatkák oszlás útján történő szaporodásáról tudunk, a következőkben foglalható össze.

Az oszlást, ha nem is mindig, de bizonyára a legtöbb esetben megelőzi az ázalékállatka testének az oszlási síkra függélyes tengely irányában való növekedése, mely tengely, — minthogy az oszlás a legtöbb esetben haránt irányban történik, — a véglény hossz-tengelyével esik össze. Csak a legegyszerűbb alakoknál, — mondja STEIN,² — tekinthető az oszlás alig többnek, mint a test és mag egyszerű feleződésének, így például bizonyos *Opalináknál*. Minél bonyolódottabb ellenben valamely ázalékállatkának szervezete, annál bonyolódottabbak azon folyamatok is, melyek az oszlás alatt véghezmennek; mert mindkét új egyénné leendő testfélnek addig kell átalakulnia,

míg legalább is minden lényeges pontban ismét elérte anyjának szervezetét; csak ez után következhetik a teljes befűződés. Az egyik félben a meglevő szervezetnek nagy része, pl. a szájperem, szájj, garat stb. többnyire változatlanul megmaradhat, a másik félben ellenben épen ezen részeknek kell újra képződniök; az ezen újképződést akadályozó eredeti szervezetnek pedig előbb meg kell semmisülnie. Legbonyolódottabb az oszlási folyamat az *Oxytricha*-, *Euplotes*- és *Aspidiscaféléknél*, melyeknél nem csupán az egyik félben képződik újra a szájj bonyolódott peremével együtt, mint a *Heterotrichéknél*, hanem mindkét félben még egészen új helyváltoztatásra szolgáló csillószőrrendszer is fejlődésnek indul, mely a régit elnyomja.

Az ázalékállatkák oszlása alatt a magképletek is megoszlanak; ez utóbbiak oszlása azonban, mint FREY¹ és STEIN² kiemeli, nem előzi meg mindig, mint a közösleges sejtoszlásnál, magának a véglény testének oszlását, hanem igen gyakran evvel lépést tartva oszlik, sőt a magképleteken gyakran még semmi változás sem észlelhető, midőn a test felületén az oszlással járó változások már többé-kevésbé előrehaladtak.

A magánosan előforduló gömbölyüded, vagy tojásdad magok oszlásukat megelőzőleg megnyúlnak s csak ezután feleződnek. Az ellenkező történik a megnyúlt, szalagalakú maggal bíró ázalékállatkáknál, mint a *Vorticella*- s *Euplotesféléknél*, melyeknek magja a kettéoszlást megelőzőleg megrövidül. Az *Oxytrichafélék* két magja, mely BALBIANI³ és BÜTSCHLI szerint⁴ egymással finom fonállal össze van kapcsolva, az oszlást megelőzőleg egy testbe olvad s csak ezután oszlik négy részre. Az olvasóalakú magok, minők például a *Stentorok* több faját s a *Spirostomum ambiguumot* jellemzik, az oszlást megelőzőleg szintén egyetlen tojásdad testbe olvadnak össze.

Ezen részleteket, melyeket különösen BALBIANI vizsgálatainak köszönünk,⁵ nagyobb részt ugyan más

¹ Des Herrn TREMBLEY Abhandlungen zur Geschichte einer Polypenart des süßen Wassers mit hörnerförmigen Armen. Aus dem Französischen übersetzt von JOHANN AUGUST EPHRAIM GOEZE. Quedlinburg. 1875. V. ö. u. o. Abhandlung von den Strauss- und Trichterpolypen. 471—486.

² Der Org. I. 92.

¹ Das einfachste thierische Leben. Eine Skizze. (1858) 56.

² Der Org. I. 92.

³ Du rôle des organes générateurs dans la division spontanée des Infusoires ciliés. Journ. de la Physiologie. Tome III. Nr. IX. (1860) 75.

⁴ Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung und die Conjugation der Infusorien. Abhandl. der Senckenbergischen naturforsch. Gesellschaft. X. Bd. (1876) 381.

⁵ Id. ért.

búvárok is megerősíttek, STEIN szerint azonban az egyes észleleti adatokból levont általános szabály csak nagyjában felel meg a valónak, a mennyiben a rendes menettől különböző egyéni eltérések fordulnak elő.¹

Az igen nagyszámú maggal bíró *Opalináknál* (*Opalina Ranarum*, *O. obtrigona*, *O. dimidiata*), mint ezt ZELLER-nek szép vizsgálataiból tudjuk,² a magok az oszlásnál egészen passzív viselkedést mutatnak, s kisebb-nagyobb számuk jut egy-egy oszlási félre. Ugyanezt találta BÜTSCHLI a *Loxodes Rostrum*-nál.³

Már STEIN⁴ és BALBIANI⁵ is tett említést arról, hogy az oszlásban levő *Urostyla grandis*-nak magja finom hosszirányú (BALBIANI) vagy hullámzatos (STEIN) sávolyzatot árul el; ugyancsak hosszirányban sávolyzottnak találta ENGELMANN a *Didinium nasutum*-nak oszlás alatt megnyúló magját.^{6*} BÜTSCHLI, — ki ezen finom sávolyzatot, mely oszlás után csakhamar ismét teljesen elenyészik, számos ázálékállatka (*Stylonychia*, *Paramecium Bursaria*, *Vorticella nebulifera*, *Carchesium polypinum*) oszló, s mint alább látni fogjuk, sarjadzó magjában észlelte,^{7**} — bizonyára jogosan teszi fel, hogy az ázálékállatkák oszló magállományának finom sávolyzatos elkülönülése általános szabályt képez, mit annál valószínűbbnek kell tartanunk, mivel, mint fentebb előadtuk, ugyan-

ily sávolyzat lép fel GRUBER vizsgálatai szerint a Monothalamiumok oszló magjában is. Abban továbbá, hogy az ázálékállatkák s Monothalamiumok oszló magjában megjelenő sávolyzattal teljesen megegyező elkülönülés állati és növényi sejtek oszló magjában is egészen szabályszerűleg fellép, mint ezt BÜTSCHLI-nek, FOL-nak, HETWIG OSZKÁR-nak, FLEMMING-nek, SELENKÁ-nak, STRASBURGER-nek s másoknak újabb vizsgálatai bizonyítják, csak újabb megerősítését láthatjuk annak, hogy a véglények magja a sejtmaggal alakitanilag teljesen egyenértékű.

A magocska (Nucleolus, primärer Kern, Bütschli), vagy, mint fentebb neveztem, a tartalékmag, melynek kettéválása lépést tart a magéval, oszlása alatt szintén hosszirányban sávolyzatos szerkezetű, mit először STEIN észlelt a *Stylonychia Mytilus*-nál,¹ később a *Balantidium Entozoön*-nál,² KÖLLIKER pedig a *Paramecium Aureliánál*.³ BALBIANI szerint⁴ oszlás alatt valamennyi ázálékállatka magocskáján egyenlő változások láthatók: először észrevehetőleg megnagyobbodik s hosszirányban finoman sávolyzotttá válik; erre mindkét végén bunkósan megduzzad és sávolyzatot mutató zsineggé nő ki; az összekötő fonál végre elenyészik s a bunkós végek egészen egyenmű állományú magocskákká változnak. BÜTSCHLI újabb vizsgálatai ezen észleletek helyességét teljesen megerősítik. Ezek szerint tehát a magocskák az állományukban oszlás alatt fellépő finomabb szerkezeti változásokat tekintve, teljesen megegyeznek az ázálékállatkák magjával, illetőleg az állati és növényi sejtek magjával.

Az oszlás, mint már említettem, a legtöbb ázálékállatkánál harántirányú, azaz az oszlási sík az ázálékállatka hossztengelyét derékszög alatt felezi. A szájjal bíró ázálékállatkák között kivételt csupán a tágabb értelemben vett *Vorticellafélék* (*Vorticellina* Ehrb., *Ophrydina* Ehrb. és *Urccolarina* Stein) képeznek, melyek hossztengelyük irányában feleződnek. Felfogásom szerint azonban ezen kivétel csak látszólagos; tényleg a *Vorticellafélék* is ugyanazon tengely irányában oszlanak, mint a többi szájjal ellátott ázálékállatkák: a *Vorticellafélék* örvényző korongjának mezeje ugyanis, felfogásom szerint, a *Hypotrichek* hasoldali mezejének felel meg, s ennél fogva ez

¹ Der Org. II. 46.

² Untersuchungen über die Fortpflanzung der Opalinen. ZWZ. XXIX. (1877) 352.

³ Studien etc. 288.

⁴ Der Org. I. 199.

⁵ Recherches sur les phénomènes sexuels des Infusoires. Extrait du Journ. de la Physiologie Nr. 6 de Janvier à Octobre. (1861) 46.

⁶ Zur Naturgeschichte der Infusionsthiere ZWZ. XI. (1861) 376.

* SCHULTZE MIKSA mindezeknél jóval előbb, már 1851-ben felemlítette s jellemzően le is rajzolta a kelet-tengeri Nais littoralisban élő *Opalina lineata* oszló magjának finom délkörös sávolyzatát (*Beiträge zur Naturgeschichte der Turbellarien. Greifswald. 1851. p. 69. Taf. VII. Fig. 10—11.*), csak hogy SCHULTZE, ki az *Opalinákat* férgek dajkáinak vélte, nem ismerte fel a sávolyzottnak képletben azt, a minek voltaképen megfelel, t. i. a magot. — Ugy hiszem, hogy az oszló mag sávolyzatos elkülönülésére ez képezi az első adatot, melyet annál inkább helyénlevőnek tartottam itt felemlíteni, mivel az idevágó irodalomban sehol sem találom feljegyezve.

⁷ Studien etc. 283.

** BÜTSCHLI az általa vizsgált ázálékállatkák között csupán a *Paramecium Aureliánál* nem talált az oszló magban sávolyzatot.

¹ Der Org. I. 154.

² Der Org. II. 316.

³ Icones histiologicae. I. Abth. Taf. I. Fig. 1—3.

⁴ Id. ért.

utóbbiak has- és hátoldalának közepét összekötő tengely a Vorticellafélék hossz tengelyével esik össze, azon tengelylyel, melynek irányában mind a Hypotrichék, mind a Vorticellafélék oszlanak.

Azon ferde irányú oszlás, melyet STEIN vizsgálatai után szintén a tágabb értelemben vett Vorticellafélékhez tartozó *Lagenophrys*-fajoknál ismerünk,¹ tényleg egészen eltér a többi szájjal bíró ázálékállatok oszlásától, csak hogy ezen szaporodási mód, felfogásom szerint, nem annyira oszlásnak, mint inkább sarjadzásnak felel meg, melynek analogiáját a *Spirochana gemmiparans* találjuk.

A szájnélküli ázálékállatok között az *Acinetaféléknél* az oszlási folyamat a ritkább szaporodási módok közé tartozik, s miként STEIN megjegyzi,² élénken emlékeztet a sarjadzásra. Az oszlás útján szaporodó Acinetafélék közé tartozik a *Podophrya fixa*,³ az *Acineta mystacina*⁴ s az *Urula Epistylidis*.^{5*} Az oszlási sík mindezen Acinetaféléknél többnyire ferde-, ritkábban hossz-, vagy harántirányú s a szaporodó véglényt többnyire két egyenlőtlen részre osztja, melyek közül a kisebb oszlási sarjadék (legfeltünőbbben az *Urulánál*) az anyaegyből mintegy kimetsződni látszik; ennek felületén hossz- vagy ferdeirányú sávokon tömött csillószőrzet lép fel, hogy a helytt maradó nagyobb részlétől elválva, holotrich ázálékállatka alakjában rajzásnak induljon. Szaporodásukat tekintve, miként STEIN is megjegyzi,⁶ ide tartoznak a szájjal bíró ázálékállatokban élő *Sphaerophryák*, azaz az úgynevezett *acinetaulakú embriók* is.

A szájnélküli ázálékállatok másik csoportjába tartozó *Opalinaféléknél* végre az oszlás iránya változó, majd haránt-, majd ferde-, majd hosszirányú. A különböző irányú oszlások között azonban ezeknél

is leggyakoribb a harántirányú. Ily oszlást észlelt SCHULTZE MIKSA a *Planaria torva* belében élő *Opalina Planariarumon* (= *Op. polymorpha* Schultze) s a *Nais littoralis*ban élő *Opalina lineatán*,¹ STEIN szintén az *Opalina Planariarumon*, valamint a *Lumbricus terrestris*ben élő *Hoplitophrya* (*Opalina*) *armatán* és *Anoplophrya* (*Opalina*) *Lumbri-cin*,² s a *Saenuris variegatában* élő *Opalina secanson*,³ melylyel a FREY-től szintén harántirányú oszlásban észlelt, közelebből meg nem határozott *Opalina*⁴ valószínűleg azonos. Mindezen oszlásoknál a hátsó oszlási fel többnyire feltűnően kisebb a mellsőnél s gyakran csak mintegy sarjadéknak látszik. Nem ritka azon eset, midőn az oszlás, mielőtt még az oszlási sarjak szétváltak volna, ismétlődik. Így STEIN az *Opalina secanson*nak, FREY pedig az evvel valószínűleg azonos meg nem nevezett *Opalinának* háromizű lánczolatairól tesz említést, melyek oly módon fejlődnek, hogy a két egyenlőtlen félre oszlott *Opalina* mellső nagyobb felének hátsó végéből az első rendű oszlási felek teljes szétválása előtt egy második, igen kicsiny oszlási sarjadék kezd, lefűződni. Némely *Opalinaféléknél* az oszlás az egyes egyének szétválásáig még többször ismétlődik, minek következtében úgy, mint bizonyos rhaodocel Turbellaféléknél (pl. *Microstomum*, *Stenostomum*, *Catenula*) s Naisféléknél, 4—8 sőt 10 egyénből álló lánczolatok fejlődnek. Ily *Opalinalánczolatokról* OERSTED már 1844-ben tett említést.⁵ Ugyanily lánczolatképződést észlelt CLAPARÈDE és LACHMANN egy a norvégiai partokon gyakori, de közelebből meg nem határozott gyűrűs féregben élő *Opalinánál*, melyet igen közelállónak tartanak SCHULTZE *Opalina lineatájához*;⁶ napjainkban pedig ezt észlelte MAUPAS⁷ s EVERTS⁸ az algiri *Bufo pantherinus*, *Discoglossus pictus* és *Rana esculenta* belében élő *Haplophrya giganteanál* Maup. (= *Opalina Discoglossi* Everts),

¹ Die Infusionsthiere 85—95.

² Der Org. I. 94.

³ STEIN, id. m. id. h.

⁴ CLAP. et LACHM. Études. III. 133. — STEIN id. h. — BÜTSCHLI, Ueber die Entstehung der Schwärmsprösslinge der *Podophrya quadripartita* Clap. et Lachm. JZ. X. Neue Folge III. (1876) 307.

⁵ CLAP. et LACHM. Études. III. 208. — STEIN, Der Org. II. 108.

* CLAPARÈDE és LACHMANN ezen *Acinetafélét*, mely legközelebb az *Acineta mystacina*hoz áll, — mint ENGELMANN (Zur Naturgeschichte der Infusionsthiere. ZWZ. XI. (1861) Sep. Abdr. 25.) és STEIN (Der Org. II. 107.) kimutatták, — tévesen tartották Rhizopodnak.

⁶ Der Org. I. 94.

¹ Beiträge zur Naturgeschichte der Turbellarien. (1851) 69.

² Die Infusionsthiere. 179. 184.

³ Der Org. I. 94.

⁴ Das einfachste thierische Leben. 57.

⁵ Entwurf einer systematischen Eintheilung und speciellen Beschreibung der Plattwürmer. Copenhagen. (1844) 14.

⁶ Ét. II. 375.

⁷ *Haplophrya gigantea*, Opaline nouvelle de l'intestin des Batraciens anaures d'Algérie. CR. Tome 88. (1878) 921.

⁸ Bijdrag tot de Kennis der Opalinen nit het Darmkanaal van Batrachiers. Tijdschr. Nederl. Dierk. Vereen. 4 D. 92. V. ö. Zoolog. Jahreshb. für 1879. I. (1880) 182.

VEJDovsky végre az *Enchytræus* Galba- és E. Hegemonban élő *Opalina filum*-nál.¹

A békaféléinkben csaknem állandóan még pedig rendszeren igen nagy számmal található *Opalina*-félék (*Opalina Ranarum*, *O. dimidiata*, *O. obtrigona*, *O. similis* Zeller = *Anoplophrya intestinalis* Stein) szaporodása, dacára annak, hogy oly számos bűvár vizsgálta, a legújabb időig egészen ismeretlen volt s töménytelen mennyiségük valóságos rejtélyt képezett. STEIN megemlíti ugyan, hogy az *Opalina Ranarum* több száz példányainak átvizsgálása közben akadt egyesekre, melyeknek teste befűződést mutatott, ez azonban oly szokatlan irányú volt, hogy csakis valamely külső sérülésből származhatott.² ENGELMANN-nak az *Opalina*-k fejlődésére irányított vizsgálatai³ azon eredményre vezettek ugyan, hogy az *Opalina dimidiata*, — melyet, mint ZELLER kimutatta, ENGELMANN tévesen tartott *O. Ranarum*-nak, — betokozott állapotban vándorol be a *Rana esculentá*-nak igen fiatal (24--26 mm. hosszúságú) álczáiba; sikerült továbbá azt is lépésről lépésre megfigyelnie, mily módon fejlődnek az igen apró, csupán 0.01—0.025 mm. átmérőjű tokokból kibújó parányi, karcsú, csupán egymagvú egyénekből, gyors növekedés s a magnak ismétlődő oszlása útján tekintélyes nagyságú s számtalan maggal ellátott *Opalina*-k; az egymagvú karcsú *Opalina*-kat rejtő tokok fejlődésének kipuhatólásán azonban hasztalan fáradozott.

ZELLER szép vizsgálatai⁴ ezen hézagot az *Opalina*-k fejlődésében teljesen kitöltik s az *Opalina*-k fejlődésének s szaporodásának rejtélyét véglegesen megoldották.

ZELLER szerint a békaféléinkben élő *Opalina*-k (*Opalina Ranarum*, a *Rana temporári*-ban, *Bufo variabilis*-ben és *B. cinereus*-ban, — *O. dimidiata*, a *Rana esculentá*-ban s ritkán a *Bufo cinereus*-ban, — *O. obtrigona*, a *Hyla arboreá*-ban, — *O. similis* Zell. = *Anoplophrya intestinalis* STEIN, a *Bombinator igneus*-ban, *Pelobates fuscus*-ban és *R. esculentá*-ban, — *O. caudata*, a *Bombinator igneus*-ban) haránt-, ferde-

és hosszirányú oszlással szaporodnak. Egyes oszló példányokat már a nyár vége felé s ősszel lehet találni; ezen oszlások azonban nem vezetnek apró egyének fejlődésére. A szaporodás tulajdonképi ideje tavaszra esik s kezdetét veszi azonnal, miután a békák téli álmukból felébredve s bűvó helyeiket elhagyva, a nyílt vizeket keresik fel, s egy-két hétig, ritkábban ugyanannyi hónapig tart. Ezen időben az *Opalina*-k gyorsan ismétlődő igen szabálytalan irányú oszlások után nagyszámú, igen apró egyénekre esnek szét. A nagyszámú magokkal bíró *Opalina*-k (*Op. Ranarium*, *O. dimidiata*, *O. obtrigona*) magjai az oszlásnál egészen passzívan viselik magukat s az oszlási felekre, nagyságukhoz képest, igen különböző számú magok esnek; a gyorsan ismétlődő oszlások következtében képződő apró nemzedék végre aránylag csak igen kevés 3—12 magot tartalmaz. A finom fonállal összekötött kettős magú *Opalina*-k (*Op. similis*, *O. caudata*) magjai ellenben szaporodás közben oszlanak; a legutolsó nemzedék apró egyénei azonban állandóan csak egyetlen maguak. — Az ily módon fejlődő apró *Opalina*-k betokozzák magukat; gazdájuk bélsarával kiürítettnek s a vízben minden változás nélkül hosszabb ideig vesztegelhetnek. Csak ha a megfelelő béka porontya nyeli el a tokokat s ezek a bél hátsó részletébe jutottak, indulnak fejlődésnek. A több magot tartalmazó apró *Opalina*-k, mielőtt tokjukat elhagynák, egymaguakká válnak, még pedig ZELLER szerint valószínűleg az által, hogy a több apró mag egyetlen nagyobb maggá olvad össze. — Ezek azok az egymagvú betokozott apró *Opalina*-k, melyeknek bevándorlását már ENGELMANN kimutatta. — E szerint a nálunk előforduló békákat lakó *Opalina*-fajok valamennyien egyetlen maggal hagyják el tokjaikat s az ezen fiatal nemzedék egyéneinek lándsás, vagy tojásdad alakját tekintve, az egyes fajok között bármely észrevehető különbség sincs. A fiatal *Opalina*-k csak néhány hónap alatt érik el teljes nagyságukat. Növekedés közben megnyúlnak, hátsó végük hegyes marad, míg kissé elszélesedő s jobboldali szegélyén mintegy hajóorrszerűleg metszett mellső végük gyengén jobbra csavarodva, kissé a hasoldal felé hajlik. Ezen jellemző alak az *Opalina dimidiatá*-nál és *Op. similis*-nél állandóan megmarad; az *Op. Ranarium* és *Op. obtrigona* ellenben később még tetemesen növekednek szélességben, még pedig először testük mellső részében, minek következtében szabálytalan háromszögűek lesznek, mely alak az *O. obtrigoná*-nál állandóan megmarad; az *Op. Ranarium*

¹ Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Anneliden. I. Prag. 1879.

² Die Inf. 182.

³ Ueber Entwicklung und Fortpflanzung von Infusorien. MJ. I. (1876) 574.

⁴ Untersuchungen über die Fortpflanzung und die Entwicklung der in unseren Batrachiern schmarotzenden Opalinen. ZWZ. XXIX. (1877) 352.

ellenben később hátsó részében is elszélesedik. Az *Op. caudata* végre kiválólag szélességben növekedik s így éri el rövid, zömök alakját. Az egyetlen mag növekedés közben két gömbre oszlik, melyek finom fonállal állanak összefüggésben. Így marad ez állandóan az *Op. similis*-nél és *Op. caudatánál*, melyeknek magjai csak a véglény szaporodásakor oszlanak; a három többi fajnál ellenben a test növekedésével egyre oszlanak s így jó végre létre az ezen fajokat jellemző nagyszámú mag.

Némely ázalékállatkák, az előadottaktól eltérőleg, oszlásra betokozzák magukat. Ilyen szaporodásra szolgáló betokozódást először STEIN észlelt a *Colpoda Cucullus*-nál,¹ mely különben szabad mozgása közben is elég gyakran észlelhető harántirányú oszlásban, s mely vastagfalú tokját 2—8 fiókegyénre oszolvá hagyja el. Betokozott állapotban való oszlást észlelt továbbá STEIN a *Lacrymaria*-nemnél,² CLAPARÈDE és LACHMANN pedig a Vorticellaféléket pusztító *Amphileptusok*-nál,³ én magam a *Holophrya Gulon*-nál⁴ s az *Enchelys nebulosánál*,⁵ végre GRUBER a *Tillina magnánál*.⁶ Ezekhez sorolhatom még a *Trachelius ovumot*, *Enchelyodon faretust* s az *Actinobolus radianst*, mely utóbbi, eddigelé csupán STEIN-től Niemegk mellett Poroszországban talált igen érdekes ázalékállatkát nagy mennyiségben volt alkalmam a múlt nyáron Kolozsvár körül észlelhetni. A Colpoda kivételével az itt felemlített ázalékállatkák szaporodásra szolgáló tokjai, mint azt a *Holophrya Gulon*-nál én emeltem ki, GRUBER pedig a *Tillinánál* különösen hangsúlyozza, igen vékony burkuak s a hosszabb pihenésre szolgáló vastagfalú tokoktól, melyek a szaporodással közvetlen viszonyban nem állanak, különböznek.

A nyílt tokokat, hüvelyeket, vagy csöveket lakó ázalékállatkáknál, minők pl. a *Cothurniák*, *Vaginicolák*, *Lagenophrysek*, *Tintinnusfélék*, *Stentor Rocselii*, *Stichotricha secunda* stb., csupán az ázalékállatka teste oszlik s az egyik oszlási fél az anyai hajlékot elhagyva, maga választja ki új hüvelyét vagy csövét. A GRUBER-től felfedezett igen érdekes *Stichotricha socialis*- és *Maryna socialis*-nél a két oszlási

sarjadék a régi cső nyílásán választja ki s ahhoz mintegy hozzáépíti új csöveit, minek következtében villásan elágazó, csöves bokrok képződnek, melyeknek végső részleteiben az egyes egyének egészen szabadon mozognak.¹

A telepeket képező Vorticellafélék (*Zoothamnion*, *Carchesium*, *Epistylis*, *Opercularia*) oszlásánál a két oszlási sarjadék mindegyikében az alap végéből külön kocsány nő ki, mely a régi, közös kocsánnyal összefüggésben marad, s így képződnek a gyakran igen gazdagon villaszerűleg elágazó faalakú telepek.

Az ázalékállatkák oszlási sarjadékai szervezetüket tekintve, a legtöbb esetben teljesen megegyeznek a kifejlett alakokkal, vagy csak igen alárendelt értékű nagyságbeli s alaki különbségekben térnek el. Az Opalinaféléknek kifejlett alakjaitól eltérő apró nemzedékről már szólottam, s itt még csak a *Vorticella*- és *Acinetafélék* oszlási sarjadékairól kell megemlékezni. Az előbbieknél, melyekkel az *Ophrydiumfélék* természetes csoportot képeznek, azon oszlási sarjadékon, mely az anyai kocsányt, vagy hüvelyt elhagyja, testének hátsó felében finom csillószórkoszorú nő ki, melynek segítségével előre irányított hátsó véggel egy ideig szabadon rajzik, hogy letelepedve, azt ismét elveszítse; ezen csillószórók STEIN szerint a *Lagenophryseknél* a laposra nyomott oszlási sarjadék hasi oldalán fejlődnek s elül és hátul megszakasztott koszorút képeznek.² Különben ezen csillószórkoszorú a Vorticellaféléknél mindannyiszor kifejlődik, valahányszor helyüket bármely okból elhagyják, a *Trichodináknál* pedig állandóan megmarad. Az Acinetafélék oszlási sarjadékainak felületén végre csillószórók fejlődnek ki, melyeknek segítségével holotrich ázalékállatka alakjában rajzásra kelnek, hogy alkalmas helyen megtelepedvén, a csillószórókat ismét elveszítsék. Különben ezen ideiglenes csillószórózat, mint a Vorticellafélék hátsó csillószórkoszorúja, oszlásban nem levő Acinetákon is felléphet mindannyiszor, valahányszor az Acineta rögzítési helyén bármely oknál fogva rosszul érzi magát, s azt el akarja hagyni: ezt észlelte nevezetesen HERTWIG R.³ s MAUPAS⁴ a *Podophrya fixánál*, mely, mint az utóbbi bűvár megjegyzi, épen nem érdemli meg a „fixa” nevet,

¹ Die Inf. 20.

² Der Org. I. 92.

³ Ét. III. 163.

⁴ A tordai és szamosfalvi sós tavak ázalagfaunája. (Magy. orv. és term. vizsg. XVIII. vándorgyűlésének évk.)

⁵ Term. rajzi füz. II. (1878) 237.

⁶ Neue Infusorien, ZWZ. XXX. (1879) 456.

¹ Id. ért. 443.

² Die Inf. 89.

³ Ueber Podophrya gemmipara. MJ. I. (1875) 78.

⁴ Sur l'état mobile de Podophrya fixa. CR. Tome 83. (1876) 910.

minthogy kénye-kedve szerint majd kóborol, majd ismét csillószőrözetét elvesztve, oda rögzíti magát.

Az ázalékállatkák oszlása tulajdonképpen mindig sarjadzással kapcsolatos, mely legegyszerűbb esetben, pl. az *Opalinafélék* apró egyénekre való oszlásánál, csupán az oszlási széleknek elzáródására, mintegy behegedésére szorítkozik; többnyire azonban az oszlási felek hiányzó részeinek sarjadzás útján való kiegészítődését eredményezi; sőt számos esetben, mint az *Oxytricha*-, *Aspidisca*- és *Euplotesféléknél*, mindkét oszlási fél egész csillószőrrendszere megújul, tehát jogosan mondhatja STEENSTRUP, hogy az ázalékállatkák oszlása nem egyszerű kettéválás, hanem két egyének belső sarjadzás útján való újraképződése, melynél az anyaegyn elvész.¹

Ezen belső, kiegészítődésre, vagy két fiókegynék az anyaegyn keretén belül való újraképződésére vezető sarjadzáson kívül, melyet az általánosan elfogadott kifejezéssel, a fentebbiekben oszlásnak nevezünk, bizonyos ázalékállatkák részint felületükön, részint belsejükben képződő valódi sarjakkal, bimbókkal szaporodnak.

A szájjal bíró ázalékállatkáknál a szoros értelemben vett sarjadzás ritka. Ezek között kizárólag sarjadzással szaporodik a *Spirochona gemmipara* és *Sp. Scheutenii*, melyek közül részletesebben csak a Gammarusok kopolyáján élő *Sp. gemmipara* sarjadzása ismeretes.² A sarjak, melyek fiatal egyénekre ép oly gyakran képződnek, mint a teljes nagyságukat elérteken, a *Spirochona* oldalán fejlődnek, még pedig majd egy, majd kettő, mely utóbbi esetben mindig a hátsó az idősebb. A sarjak, még mielőtt az ezen nemre annyira jellemző pörge tölszerű kifejlődött volna, leválnak az anyaegynről, hogy rövid rajzás után a Gammarus kopolyájának szegélyére telepedjenek. A sarjadékok magja STEIN szerint az anyaegyn magjától egészen függetlenül képződik; BÜTSCHLI ellenben kimutatta, hogy a sarjadék magja az anyaegyn magjából oszlás útján válik le s hogy a mag állományában oszlása közben éppen olyan finom sávolyzat lép fel, mint az oszlás útján szaporodó ázalékállatkák magjában.³

¹ Vidensk. Meddelels. for 1860. p. 334. V. ö. LEUCKART, Bericht. AN. 27. Jahrg. II. (1862) 365.

² STEIN, Neue Beiträge zur Kenntniss der Entwicklungsgeschichte und des feineren Baues der Infusionsthiere. ZWZ. III. (1851) 489.

³ Ueber Dendrocometes paradoxus etc. ZWZ. XXVIII. (1877) 60.

Már fentebb említettem, hogy a *Lagenophryseknek* a többi szájjal bíró ázalékállatkák oszlási irányától egészen eltérő ferdeirányú oszlása, felfogásom szerint inkább sarjadzásnak tartandó; még inkább magán viseli a sarjadzás bélyegét a *Lagenophryseknek* azon másik szaporodási módja,¹ melynél a *Lagenophrys* hátsó végéből egy kis részlet fűződik le, s mely szaporodási módot STEIN is sarjadzásnak tekint. A lefűződött sarjadék nem változik át hasoldali csillószőrkoszorút viselő rajzóvá, mint a ferde oszlásnál, hanem 2—4 apró rajzóra oszlik, melyek egészen megegyeznek a többi Vorticellafélék hátsó csillószőrkoszorús oszlási sarjadékaival.

SPALLANZANI már 1776-ban egy *Vorticella* alsó testvégének oldalán egy kisebb egyént látott ülni, melyről úgy ő, valamint a későbbi bűvárok, kik ugyanezt észlelték, úgy vélekedtek, hogy sarjadzás útján fejlődtek, s valóban a Vorticellaféléknek hosszirányú oszláson kívül sarjadzás útján való szaporodásában 1867-ig senki sem kételkedett. A mondott évben STEIN nagy monografiájának második részében² azon fontos felfedezést közölte, hogy ezen sarjadékokhoz hasonló kisebb egyének (*apró rajzók*, *mikrogonidiumok*) korántsem sarjadzanak a nagyobb egyénből, mi első tekintetre oly valószínűnek látszik, hanem ellenkezőleg egybekelnek s egygyólvadnak a nagyobb egyénnel, melyre mintegy ráoltották magukat, s ezen sajátos egybekelési módot, melynek létezését GREEFF,³ BALBIANI,⁴ ENGELMANN,⁵ BÜTSCHLI⁶ s mások vizsgálatai megerősítették, *rügyszerű egybekelésnek* (*Knospenförmige Conjugation*) nevezte. Ezen fontos felfedezésnek, melyre alább még visszatérek, közlése és megerősítése után a Vorticellaféléknek sarjadzás útján való szaporodását egészen elvetették, míg legújabbán ENGELMANN kimutatta, hogy a *Vorticella microstománál* a tévesen sarjadzásnak tartott rügyszerű egybekelésen kívül valódi sarjadzás is előfordul,⁷ mely egyidejűleg számos egyénnel észlelhető, mintegy epide-

¹ STEIN, Neue Beiträge etc. ZWZ. III. (1851) 504. Továbbá: Die Inf. 90.

² 137.

³ Untersuchungen über den Bau und die Naturgesch. der Vorticellen. AN. 37. Jahrg. (1871) 210.

⁴ Sur la génération sexuelle des Vorticelliens. CR. Tome 81. (1875) 676.

⁵ Ueber Entwicklung und Fortpflanzung von Infusorien. MJ. I. (1876) 621.

⁶ Studien etc. 443.

⁷ Ueber Entwicklung und Fortpflanzung von Infusorien. MJ. I. (1876) 578.

miaszerűleg lép fel, s melynél a sarjadzás útján keletkező kisebb egyén a kocsányán maradó anyaegyént elhagyja, hogy más kocsányos egyént keresen fel s magát erre rügyszerűleg ráoltsa; különös fontosságú ENGELMANN-nak azon megfigyelése, hogy a sarjadéknak magja az anyaegyén magjából lefűződés által jő létre, ép úgy, miként ezt, mint fentebb említők, BÜTSCHLI a *Spirochona gemmipara* sarjadékának magjáról kimutatta.

Fentebb alkalmam volt már kiemelni, hogy az *Acinetaféléknél* az oszlás a ritkábban észlelhető szaporodási módok közé tartozik; a *Podophrya fixának*, az *Urulának*, valamint a *Sphaerophryának* általában oszlásnak tartott szaporodási módja is, melynél a leváló sarjadék rendszeren kisebb a helytmaradónál, felfogásom szerint helyesebben nevezhető sarjadzásnak, mint oszlásnak. Különben a külső, azaz a felületéből kiinduló sarjadzás sem képezi az Acinetafélék rendes szaporodási módját. Ily külső sarjadzást ismerünk HERTWIG R. vizsgálataiból a *Podophrya gemmiparának*,¹ mely érdekes tengeri Podophryát HERTWIG igen nagy mennyiségben találta Helgoland mellett a Hyroidok és Bryozoumok telepein. A nyelv alakú sarjak rendszeren 4-ével 6-ával, nagyobb példányoknál 8—12-ével, csak ritkán fejlődnek kettesével, vagy éppen magánosan a Podophrya testének elszélesedett kocsányelleni végén, koszorúba rendeződve. A sarjak külső oldala domború, míg a belső, azaz az anyaegyén hossz tengelye felé tekintő, teknőszerűleg kivájul, mely vájulat párkányán finom sávok s ezen igen finom, tömötten álló csillószőrök fejlődnek; ezen sarjadékok, melyek e szerint tehát hypotrichok, miután plasmájukban néhány lüktető üröcske fejlődött s miután bizonyos nagyságot elértek, alapi végükön mintegy kimetsződnek az anyai plasmából, hogy rövid ideig tartó nehézkes rajzás után letelepedve, Podophryákká fejlődjenek. — Fontos kérdés az, hogy mily módon képződik a sarjak magja, mely leváláskor már a *P. gemmiparára* jellemző patkóalakú. CLAPARÈDE és LACHMANN,² valamint STEIN is³ abban vélik az oszlás és sarjadzás közötti különbség lényegét, hogy az utóbbi folyamatnál a sarjadék magja az anyaegyén magjától egészen

függetlenül képződik. Hogy ennek a Vorticellafélékre és Spirochonára nincs érvénye, hanem hogy a sarjak magja az anyaegyén magjából fűződik le, mint a sejtek sarjadzás útján történő szaporodásánál általában, ezt fentebb, ENGELMANN és BÜTSCHLI újabb vizsgálataira támaszkodva, már előadtam. Hogy e tekintetben az Acinetafélék sem képeznek kivételt, ezt ismét HERTWIG vizsgálatai bizonyítják s minden kétség fölé emelik. A *P. gemmipara* magja, mint épen említettem, patkóalakú; a szaporodás idejében azonban elágazó sarjak nőnek ki belőle, minek következtében egészen olyan szabálytalan ágas-bogas alakot nyer, mint számos hernyó szövő- és nyálmirigyei, valamint Malpighi-fele edényei mirigysejtjeinek magja. Ezen magsarjadékok belenőnek a Podophryából kisarjadzó rügyekbe, hogy végre az anyamagról lefűződve a rajzók magjaivá változzanak. Egészen megegyező módon írja le FRAIPONT a *Podophrya Benedeni* 1—5 között változó számmal képződő külső sarjadékainak fejlődését, mely sarjadékok csillószőrzetük tekintetében sem térnek el a közel rokon *P. gemmiparának* sarjadékaitól.¹

Külső sarjadzást ismerünk továbbá CLAPARÈDE és LACHMANN,² WRIGHT,³ HINCKS,⁴ KOCH⁵ és FRAIPONT vizsgálatai szerint⁶ az *Ophryodendron*-nem fajainál, melyek különben, mint alább még alkalmam leendő előadni, belső rajzósarjakkal is szaporodnak. Ezen sajátosságos tengeri Acinetafélék két különböző alakban fordulnak elő: ú. m. *ormányos* (*Proboscidiens*, (FRAIPONT) és *palaczkalakban*, (*Lageniformes* FRAIPONT); az előbbieket teste körtealakú s bunkósan duzzadt szabad vége egy kissé oldalt álló, hosszúra kinyújtható s visszahúzható vaskos ormánynyal tűnik ki, mely szabad végén szétszórórt, vagy ecetszerűleg csoportosult rövid tapogatókat visel, míg a másik alak, mely az elnevezésére használt alakkal bír, ily ormányt nem visel. HINCKS szerint mind az ormányos, mind a palaczkalakú, a többi bűvár szerint ellenben

¹ Ueber Podophrya gemmipara nebst Bemerkungen zum Bau und zur systematischen Stellung der Acineten. MJ. I. (1875) 20.

² Études. III. 239. és 251.

³ Die Infusionsthiere. 28, 90, 209; és Der Organismus II. 129.

¹ Recherches sur les Acinétiens de la côte d'Ostende. 2 partie. Bullet. de l'Acad. roy. de Belgique. II. sér. Tome 45. (1878) 278.

² Études. III. 145.

³ Annals and Magazine of Natural History, Vol. VIII. 3. ser. 1861. V. ö. FRAIPONT.

⁴ Quarterly Journ. of Microscop. Science. Vol. XIII. New ser. 1873. V. ö. FRAIPONT.

⁵ Zwei Acineten auf Plumularia setacea, Ellis. Jena. 1876. V. ö. FRAIPONT.

⁶ Recherches etc. 1. partie. Bullet. de l. Acad. roy. de Belgique. II. sér. Tome 44. (1877) 784.

csak az orrmányos *Ophryodendronok* szaporodnak külső sarjadzással. A sarjak egyenkint vagy párosával képződnek az *Ophryodendron* bunkós végén s miután a *Podophrya gemmipara* és *P. Benedeni* sarjaihoz hasonlóan a magból kisarjadzott s lefűződött részletet nyertek s bizonyos nagyságot értek, az anyáról lefűződnek, hogy lehullva azonnal megtelepedjenek; csillószőröket legalább egyik bűvár sem látott a sarjakon fejlődni. FRAIPONT valószínűnek tartja, hogy a levált sarjából először palaczkalakú egyének képződnek, melyek később orrmányosokká változnak át: e szerint tehát a palaczkalakúak az orrmányosoknak fiatalkori alakját, mintegy álcáját képviselnék. KOCH ellenben azt véli, hogy a palaczkalakú egyének, miután rövid kocsányukról leváltak, ráoltják magukat az orrmányos egyénekre, ezekbe beleolvadnak s hogy az alább tárgyalandó belső rajzósarjadékoknak fejlődését egy orrmányos s egy palaczkalakú egyén egygyeolvadása eredményezi. — Hogy melyik felfogás felel meg a valónak, ezt csak további bűvárlatok fogják eldönthetni.

FRAIPONT az *Acineta divisánál* még egy igen sajtószerű s a többi *Acineta*féléknél eddigelé még nem észlelt szaporodási módot fedezett fel,¹ mely, bár az eddig tárgyalt külső sarjadzási módoktól lényegesen eltér, még sem tekinthető egyébnek, mint a sarjadzás egy különös módjának, — feltéve természetesen, hogy ezen rügycsokor csakugyan az *Acineta*hoz tartoznak. — Ezen szaporodási módnál az *Acineta* testének szabad végén, a szívófonalak között, 1—5 zacskószerű rügy, vagy, mint FRAIPONT nevezi, *szaporodási kitüremlés* (*diverticules générateurs*) fejlődik. A kitüremlések teljesen kifejlődött állapotban bőségszarualakúak s finom cuticulával borítottak, mely a kitüremlés szabad végén meglehetősen nagy, kerek, kettőskörvonalú nyílástól van áttörve. A kitüremlések világos plasmájában egy lüktető üröcskét s egy négyszögletes magot, ebben pedig szabálytalan alakú magocskát lehet megkülönböztetni. FRAIPONT a kitüremlések képződését a fejlődés különböző stadiumán levő alakok összehasonlítása alapján a következő módon adja elő: az anya-*Acineta* felületén kisdud szemölcszerű emelkedés sarjadzik, melynek képződésében csupán az ectoplasma vesz részt, mely az anyai cuticulát magával türemlíti s lassankint a jellemző bőségszarualakú képletté növekedik. A kitüremlés magja nem származik, mint egyéb sarjaknál, az anyai mag-

ból, hanem ettől egészen függetlenül, endogen úton fejlődik. Csupán egyetlen alkalommal látott FRAIPONT ily kitüremlés nyílásából csillószőrkoszorúval ellátott, tojásdadalakú rajzót kibujni, mely teljesen megegyezett az *Acineta*féléknek alább tárgyalandó belső rajzósarjadékaival. Ezen észleletre támaszkodva tartja FRAIPONT a szóban forgó rügyszerű képződmenyeket szaporodásra szolgáló kitüremléseknek s felteszi, hogy a kitüremlésekben észlelt mag és lüktető üröcske a körvonalaiban meg nem különböztethető endogen úton fejlődött rajzóhoz tartozik; mivel pedig azon kitüremlés belsejében, melyből a rajzót kibujni látta, magot s üröcskét tartalmazott, felteszi, hogy egy kitüremlésben több rajzó képződhetik.

Mint az adott leírásból látható, a kitüremlések egész fejlődésmenete s a kitüremlésekben endogen úton képződő rajzókkal történő egész szaporodás annyira eltér azon szaporodási módoktól, melyeket ez idő szerint az *Acineta*féléknél ismerünk, hogy méltán merül fel kétség az iránt, vajjon ezen sarjadékszerű képződmenyek csakugyan szaporodásra szolgálnak-e?

Két lehetőségre lehet itt gondolni: először is arra, hogy a kitüremlések élősdi szervezeteknek felelnek meg; másodszor pedig arra, hogy a kitüremlések nem sarjadzás útján fejlődtek, hanem ellenkezőleg az *Acineta*ra rátelepedett rajzóknak felelnek meg, melyek mint a *Vorticellafélék* hosszasan sarjadzásnak tartott rügyszerű egybekelési folyamatánál, az *Acineta*ba, melyre ráoltották magukat, beleolvadnak. E két lehetőség között felfogásom szerint az utóbbi a nagyobb valószínűség. — Ha tekintetbe vesszük ugyanis a kitüremlések fejlődésének minden eddig pontosan ismert sarjadzástól eltérő, csaknem hihetetlennek látszó menetét, nevezetesen azt, hogy, FRAIPONT szerint, a sarjadzásban csak az ectoplasma vesz részt s hogy a sarjadék magja az anyai magtól egészen függetlenül képződik; ha tekintetbe vesszük továbbá azt, hogy az egyes fejlődési stadiumoknak azon részletei, melyek a sarjadzással egyáltalában össze nem egyeztethetők, melyeknek létezésében azonban FRAIPONT pontos vizsgálatai után nincs okunk kételkedni, egyszerre érthetőkké válnak, ha a sarjakat beolvadásban levőknek tekintjük, — s ezt egészen jogosan tehetjük, minthogy FRAIPONT az egyes stadiumok egymásutánját közvetlenül nem észlelte, hanem több különböző fejlettségű sarjadék összehasonlítása útján csak kombinálta —: úgy a leg-

¹ Recherches etc. Tome 44. (1877) 805.

nagyobb valószínűség szól a mellett, hogy e leírt rendkívüli szaporodási mód voltaképen nem is szaporodásnak, hanem rügyszerű egybekelésnek felel meg. — Azon kis rajzó, melyet FRAIPONT egyetlen alkalommal a kitüremlésből látott kibujni, ezen felfogás ellen érvül nem hozható fel, mivel maga FRAIPONT ezen apró rajzónak a kitüremlésben való fejlődését közvetlenül meg nem figyelte, hanem ezt csupán felteszi; másrészt pedig igen valószínűnek látszik, hogy FRAIPONT épen oly rajzót látott, mely a ráoltásra magának helyet keresett. — Vajjon a FRAIPONT-tól észlelteknél ezen értelmezése megfelel-e a valónak, ezt csak további vizsgálatok fogják eldönthetni.

Némileg a FRAIPONT-tól leírtra emlékeztet azon szintén igen kétes természetű szaporodási mód, melyet STEIN az *Acineta mystacinánál* észlelt,¹ s mely első pillanatra szintén külső sarjadzásnak látszik. STEIN ugyanis a nevezett *Acineta* felületén, a szívófonalak pamatai között, 1—5 kocsonyás falú tömlőt észlelt, melyek összefüggésben állottak magának az *Acineta*-nak burkával, ennek mintegy zsebszerű kitüremléseit képezve. Mindegyik tömlőben egy-egy rajzó foglalt helyet, melyekről felteszi STEIN, hogy az *Acineta* belsejében képződtek s innét nyomultak a felületre, az *Acineta* burkát zsebszerűleg magukra türemlítve. Azt, vajjon csakugyan a STEIN-től feltett módon fejlődnek-e a rajzót rejtő sarjadékszerű képletek s hogy mi lesz később a rajzókból, egyelőre nem lehet eldönteni, minthogy sem STEIN későbbi munkáiban, sem az *Acineta mystacinával* foglalkozó egyéb bűvárok nem tesznek említést a szóban forgó sarjadékszerű képletekről.

Sarjadzás ismeretes végre az *Acineta*-félék között még a *Dendrosoma radiansnál*² és *D. Astacinél*,³ melyeknél azonban a sarjak az anyaeggyénnel összefüggésben maradnak s faalakúlag elágazó telepek képződéséhez vezetnek. — Így fogja fel legalább a *Dendrosoma* testét EHRENBURG, valamint CLAPARÈDE és LACHMANN, míg STEIN az egyes sarjak egyéniségét kétségbe vonja s az egész *Dendrosoma*-telepet egyet-

len többé-kevésbé elágazó egyénnek tekinti; bármi-képen értelmezzük is azonban a *Dendrosoma* értékét, annyi mindenestre áll, hogy a szívófonalakat viselő egyes ágak sarjadzás útján jönnek létre.

Az *Acineta*-féléknek belső rajzósarjadékok útján való szaporodása.

Az *Acineta*-féléknek legáltalánosabb, mondhatnók rendes, szaporodási módját a *rajzósarjak* (*Schwärmsprösslinge*, Stein), vagy a belső sarjadzás által fejlődő *embriók* (*embryons*, Claparède et Lachmann) útján való szaporodás képezi, melynek felfedezése STEIN bűvárlatainak kétségkívül legelső fontos eredményét képviseli. STEIN ezen felfedezést a *Podophrya Cyclopumon* és *Acineta Lemnarumon* már 1848-ban tette s részben már a következő évben,¹ részben csak hat évvel később az *Acineta*-elméletet kifejtő első nagy munkájában² közölte. Az *Acineta*-k belső rajzósarjak által történő szaporodásának tanát úgy STEIN-nak, valamint valamennyi újabb bűvárnak vizsgálatai megerősítették.

Ezen rajzósarjak, vagy embriók, az *Acineta*-félék testének belsejében mindig a mag mellett képződnek s miután az alább tárgyalandó szervezetet elérték, külön szülőnyíláson át ürítettnek ki, miközben az anya-*Acineta* testén többnyire összehúzódások, mintegy szülési erőlködések észlelhetők. A szülőnyílás többnyire a kocsanýyelleni sarkon van s azon időben, midőn az *Acineta* rajzósarjat nem rejt, vagy egészen el van záródva s észrevehetetlen, vagy, mint az *Acineta foetidánál*, melynél a lüktető üröcske vezetéket is elfogadja, csak el van szűkülve s mintegy ajkaktól oly módon körülszorítva, mint a Vorticellafélék összehúzódott teste a harang peremétől. BÜTSCHLI szerint a rajzósarjat tartalmazó *Podophrya quadripartitánál* ezen előbb tölcészerű bemélyedésnek látszó szülőnyílás oldalai szülésre készülve, kicsúcsorodnak, úgy, hogy — mint BÜTSCHLI mondja, — kísértetbe jöhetne az ember az egészet szájnýílásnak tartani.³ Ugyanezen bűvár szerint a *Dendrocometes paradoxusnál* a szülőnyílástól egy garatszerű S-alakúlag hajtott cső vezet a test belsejébe s itt egy tágulattal, a sarjadzási ürrel (*Knos-*

¹ Die Infus. 69.

² EHRENBURG, Monatsber. d. berl. Akad. (1837) 152. V. ö. STEIN, Der Org. I. 93. Továbbá: EHRENBURG, Ueber die seit 27 Jahren noch wohl erhaltenen Organisations-Preparate des mikroskopischen Lebens. Abhandl. d. königl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin aus dem Jahre 1862. 72. — CLAPARÈDE et LACHMANN, Études III. 140.

³ STEIN, Der Org. I. 93.

¹ Untersuchungen über die Entwicklung der Infusorien. AN. 15. Jahrg. I. (1848) 134.

² Die Inf. 53.

³ Ueber Podophrya etc. JZ. X. Neue Folge III (1876) 294.

penhőhle)¹ végződik. Az *Acineta foetida* szülőnyílása, vizsgálataim szerint, szintén hártványos járatba vezet, alsó része pedig lombikszerűleg kitágul. A kirajzás megtörténtével ezen sarjadzási ür, — mely élénken emlékeztet a gazdasejtjüket áttörő Chytridium-tömlőkre, továbbá azon lombikalakú tömlőkre, melyeken át a csillószőrös ázalékállatkák ú. n. acinetaalakú embriói jutnak a külvilágba, — mint valamely üres hólyag összeránczosodik, a plasmának összehúzódása következtében azonban a kirajzás után ismét teljesen elenyészni látszik. A *Podophrya cothurnatánál* ezektől eltérőleg a szülőnyílás az anya oldalán haránt irányban kihasadó tekintélyes rés alakjában lép fel.²

Az Acinetafélék rajzósarjainak fejlődését illetőleg két egymással ellenkező s egy közvetítő nézet uralkodik. CLAPARÈDE és LACHMANN,³ továbbá LIEBERKÜHN⁴ szerint a rajzósarjak egészen az anya-Acineta lefűződött magrészetéből fejlődnek, míg ENGELMANN,⁵ HERTWIG R.,⁶ BÜTSCHLI⁷ és FRAIPONT szerint⁸ ellenben a rajzóknak csupán magja származik az anya-Acineta magjától, testének többi része ellenben az anya protoplazmájától, mely a magsarjadék körül az anyai plasmából mintegy kimetsződik; STEIN szerint végre⁹ a rajzók vagy a mag csapalakú nyulványa körül fejlődő rügyből, — tehát az anya magjából és protoplazmájából, — vagy csupán csak a magsarjadék egy lefűződött részletéből képződnek.

Az Acinetafélék rajzóinak fejlődését kétség kívül legbehatóbban HERTWIG R., BÜTSCHLI és FRAIPONT tanulmányozta, s ezen bűvárok, mint épen említém, az ENGELMANN-féle felfogást erősítették meg. BÜTSCHLI-nek a *Podophrya quadripartitán* és *Dendrocometes paradoxuson* végzett tanulmányai pe-

dig még azon fontos részlettel is megismertettek, hogy a szaporodásban levő Acinetafélék magjában ugyanoly finom sávolyzat lép fel, mint a többi csillószőrös ázalékállatkáknak s a sejteknek oszlásra vagy sarjadzásra készülő magjában.*

Én magam, régebbi vizsgálataim alapján, a sós-vízi *Acineta foetida* tárgyalásánál határozottan a CLAPARÈDE-LACHMANN-féle nézet mellett nyilatkoztam;¹ újabb vizsgálataim azonban, melyeknél HERTWIG-et s FRAIPONT-ot követve, a rajzók fejlődésének tanulmányozására festőszereket használtam, teljesen meggyőztek saját felfogásomnak téves, ellenben az ENGELMANN, HERTWIG R., BÜTSCHLI és FRAIPONT-tól képviselt felfogásnak helyes voltáról. Ezeknek alapján csak megerősíthetem, hogy a rajzósarjaknak tényleg csupán magjuk származik az anya magjától, míg testüket, mely a rajzó fejlődésének korai szakában az aránylag nagy magsarjadék körül gyakran csak igen vékony réteget képez, az anyai plasma szolgáltatja. E szerint tehát, miként HERTWIG R. és BÜTSCHLI kifejtette, az Acinetafélék rajzósarjadékainak fejlődése tényleg nincs ellentétben egyéb ismeretes sejtszaporodási módokkal: lényegében nem tekinthető sarjadzásnál egyébnek, mely a sejtnak nem külső felületén, hanem belsejében megy véghez s melynél, mint egyéb sejtszaporodási módoknál a mag és protoplasma egyaránt részt vesz. — Ha mindezek után tekintetbe vesszük, hogy a sejteknek legáltalánosabb s bizonyára eredetinek, elsődlegesnek tekinthető szaporodási módját, az oszlást, a sarjadzással az átmenetek egész sorozata összekapcsolja, s hogy az Acinetafélék belső rajzósarjai voltaképpen szintén sarjadzás, azaz módosult oszlás útján fejlődnek, mely belső sarjadzásban ismét csak módosulását tekinthetjük azon külső, a véglény felületéből kiinduló sarjadzásnak, minőt a *Podophrya gemmiparánál* ismerünk: egészen megokoltnak kell tartanunk HERTWIG R. azon tételét, hogy az Acinetafélék szaporodása is teljesen a sejtoszlás elvei szerint foly le.²

Az Acinetafélék rajzósarjainak fejlődése semmi összefüggésben sincs az anyaegyén nagyságával vagy

¹ Ueber *Dendrocometes* etc. ZWZ. XXVIII. (1877) 55.

² STEIN, Die Infus. 73. — CLAP. et LACHM., Études. III. 126.

³ Études, III. 108.

⁴ Ueber Protozoen. Aus einem Sendschreiben an C. Th. von SIEBOLD. ZWZ. VIII. (1856) 307.

⁵ Zur Naturgeschichte der Infusionsthiere. ZWZ. XI. (1861) 376.

⁶ Ueber *Podophrya gemmipara* etc. MJ. I. (1875) 58.

⁷ Ueber die Entstehung des Schwärmsprösslings der *Podophrya quadripartita* CLAP. et LACHM. JZ. X. Neue Folge III. (1876) 287. — Továbbá: Ueber *Dendrocometes Paradoxus*, STEIN etc. ZWZ. XXXVIII. (1877) 49.

⁸ Recherches sur les Acinetiniens de la côte d'Ostende. Bullet. de l'Acad. roy. de Belgique 2. série. Tome 44—45. (1877—78) 247. és 475.

⁹ Die Infusionsthiere 164. és 217. Továbbá: Der Organismus. II. 139.

* Különbösen már STEIN is említést tesz arról, hogy a *Dendrocometes* magja szaporodás alatt finoman hosszirányban sávolyzott, vagy hullámzatosan ránczozott (*Die Inf.* p. 214.)

¹ Term. rajzi füz. II. köt. (1878) 252.

² Id. ért. 70.

érettségével: apró egyénekben ép oly gyakran lehet rajzósarjakat találni, mint nagyokban. Ha már egyszer a rajzósarjak fejlődése megkezdődött, többnyire gyorsan ismétlődik, úgy hogy az anyai test végkép kimerül, az utolsó rajzó csaknem egészen magába veszi az anyai testet s ez esetben, valamint akkor, midőn a rajzó igen nagy, a rajzóképződés csak mintegy vedlésnek látszik; ezt észlelte STEIN az *Acineta Astacinél*,¹ BÜTSCHLI pedig a *Dendrocometesnél*.²

A rajzósarjak leggyakrabban egyenkint képződnek, s miután teljes fejlettségüket elérték, egyenkint rajzanak ki az anyai testből. Némely *Acineta*félek ellenben egyidejűleg több rajzót rejtenek: így a *Podophrya Troidnál* CLAPARÈDE és LACHMANN 2, a *P. Lyngbyinél* 5, a *P. Pyrumnál* 4—8 rajzósarjat észlelt.³ A *Podophrya quadripartitánál* többnyire egyetlen aránylag nagy rajzósarj fejlődik, máskor ellenben CLAPARÈDE és LACHMANN ugyanezen *Acineta*féleken igen nagyszámú, 16—24 igen apró embriót észlelt.⁴ A kalandos termetű *Ophyodendron abietinumnál* CLAPARÈDE és LACHMANN szintén kétféle nagyságú rajzósarjakról tesz említést: a nagy rajzók kettesével képződnek, míg az apró rajzók száma 16—20, sőt néha még ennél is több.⁵ — Vajjon a nagyobb számú embriók valamennyien egyenkint sarjadzanak-e, vagy pedig egyetlen sarjadzás útján fejlődő rajzónak az anyai testen belül való ismétlődő oszlása vagy sarjadzás által szaporodtak, az eddigi észleletek alapján biztosan alig dönthető el; CLAPARÈDE és LACHMANN leírása után az utóbbi látszik valószínűbbnek, minthogy a nevezett bűvárok szerint az egyes rajzócsoporthoz gyakran külön, vékonyfalú tömlőkben fészkelnek.

Az *Acineta*félek rajzósarjai alakjukat s csillószőrözetüket tekintve egymástól, s természetesen a kifejlett *Acineta*féletől is, nagyon különböznek. Vékonyabb, vagy vastagabb réteget képező protoplazmatestük majd világos aprószemecskéjű, majd a kifejlett *Acineta*félekével megegyező durva szemecskék, rögök miatt sötét. Magjuk, — azon *Acineta*féleknél is, melyeknek magja kifejlett állapotban megnyúlt, patkóalakú, vagy elágazó, — többnyire gömbölyű. Lükettő üröcskéik száma az egy, vagy kevés üröcskével bíró *Acineta*féleknél megegyezik a kifejlett alakok üröcs-

kéinek számával; a nagyszámú üröcskéekkel bíró *Acineta*félek (pl. *Podophrya cothurnata*, *P. Steinii*, *Acineta lingvifera*) rajzósarjai ellenben mindig kevesebb számú üröcskével vannak ellátva.

A legtöbb *Acineta*féle rajzósarja tojásdadalakú s testének mellső felében, közelebb a mellső sarkhoz, vagy ettől távolabb egy vagy 2—4 csillószőrövet visel; az ilyen rajzók az összetéveszthetőség megegyeznek a *Vorticellaféléknek* kocsányukról levált s ideiglenes csillószőrkoszorújuk segítségével rajzó egyéneivel, különösen a rügyszerű egybekelésre való, alább tárgyalandó kis *Vorticella*-rajzókkal; meglepően emlékeztetnek továbbá, különösen az egyetlen csillószőrövet viselők az *Oedogoniumok* rajzósarjaira.

Ezen csillószőrövet viselő (peritrich) tojásdadalakú rajzósarjak, melyek mint említém, leggyakoribbak, felfogásom szerint, az *Acineta*félek rajzósarjainak typusa gyanánt tekinthetők, melyre az ettől látszólag egészen eltérő alakú- és csillószőrözetű rajzósarjak erőltetés nélkül visszavezethetők.

Könnyebb tájékozás kedvéért a tojásdadalakú peritrich rajzókra három tengelyt különböztessünk meg: egy fő tengelyt, mely a középvonalban fut végig s a rajzó testének mellső és hátsó sarkát köti össze s az alább előadandókra való tekintetből, két mellék tengelyt, melyek a fő tengelyt, valamint egymást is középpontjukon függélyes irányban keresztezik. — Világos, hogy a tojásdadalakú peritrich rajzóknál, melyek HAECKEL osztályozása szerint az egyenlőtlen-sarkú fő tengelyes alapalakhoz — *Protaxonia diplopola*¹ — tartoznak, a fő tengely összeesik a rajzó hossz tengelyével, míg az egyenlő sarkokat összekötő mellék tengelyek a rajzó haránt tengelyeinek felelnek meg.

Ezeket előre bocsátva az *Acineta*félek rajzósarjait csillószőrözetük szerint a következő csoportokba lehet foglalni.

a) *Peritrich rajzók*. Minthogy ezen tipikusoknak vett s leggyakoribb rajzók leírását már a fentebbiekben előadtam, csak annyit akarok itt még megjegyezni, hogy a fő- és mellék tengelyeik közötti hossz- és szélességi viszony különbségei szerint majd tojásdadok, majd inkább hengerek, s hogy a csillószőrövet, vagy öveket viselő testjük gyakran befűződött, minek következtében alakjuk a piskótáéhoz hasonló körvonalat nyer. Ezen peritrich rajzók között a legegyszerűbbek, a kiindulást képezők, mindenesetre azok, melyek csupán egyetlen csillószőrövet viselnek.

¹ Der Org. I. 105.

² Ueber *Dendrocometes* etc. ZWZ. XXVIII. (1877) 58.

³ Études, III. 108.

⁴ Études. III. 116.

⁵ Études. III. 146.

¹ V. ö. Generalle Morphologie I. 426.

b) *Hypotrich rajzók*. Ezeknek a typusúl vett rajzóktól való fő különbsége abban áll, hogy azon tengelyük, mely a peritrichék főtengelyének felel meg s ezeknél mindig a hossztenge-lyel esik össze, a két melléktengelynél rövidebb, azon sarkuk pedig, mely az egy vagy több csillószőröv előtt fekszik, el van lapúlva, vagy épen teknőszerűleg bemélyedt; ezen viszonyok következtében a rajzó testen domború hát- s lapos vagy épen vájt hasoldal különült el, mely utóbbi körül van szegélyezve az egy vagy több csillószőrövtől. Mindezekhez többnyire még az is járul, hogy a rajzó teste az egyik melléktengely irányában megnyúlt, minek következtében az egyik melléktengely a rajzó hossztenge-lyévé, a másik oldaltengelyévé, az eredeti főtengely ellenben hát-hasi tenge-lyévé változik. A viszony a peritrich és hypotrich rajzók között tehát körülbelül olyan, mint pl. egy Holothuria és egy Clypeaster között. Hypotrich rajzó-sarjai vannak pl. a *Podophrya Carchesi*-nek, melynek sapkaalakú rajzói élénken emlékeztetnek a Trichodinákra,¹ ellipszis vagy tojásdad körvonalú, elül csonkított, rajzói vannak a *Dendrocometes paradoxus*-nak,² erősen lapított lencsealakú rajzói a *Trichophrya Epistylidis*-nek³ az *Acineta digitatának* és *Dendrosoma Astacina*-k;⁴ hasonlóképen hypotrichék az *Ophryodendron abietinum*-nak mind nagy, mind apró rajzói;⁵ a *Podophrya gemmiparának* nyelv alakú, külső rajzósarjai végre szintén hypotrichék s különösen kitűnnek hasoldaluk teknőszerű vájulatával.

c) *Holotrich rajzók*. Az ide tartozó Acinetafélék rajzói a peritrich rajzóktól legegyszerűbb esetben csupán abban térnek el, hogy a csillószőrözet a rajzó egész felületét elborítja. Ily rajzókat észleltem én az *Acineta foetidának*.⁶ Ezen teljes csillószőrözet fejlődése kétféle módon történhetett; vagy oly módon, hogy a csillószőröveknek rendesen csekély száma tetemesen megszorodott s így a nagyszámú csillószőrövek az eredetileg peritrich rajzót holotrichhő változtatták; vagy pedig az egész felületet beborító csillószőrözet a csillószőrövtől egészen függetlenül fejlődött ki. Mindkét lehetőség mellett észleleti adatok szólnak. Az első lehetőség, azaz a mellett, hogy

a teljes csillószőrözet csak módosulása, fokozódása magasabb fejlettségi foka a peritrich szőrözetnek, azt hozhatom fel, hogy a *Podophrya quadripartitánál* egész nemzedékeket észleltem, melyeknél a csillószőrövek száma annyira szaporodott, hogy a rajzók testének csupán mellső és hátsó vége nem viselt csillószőröveket s néha ezen csupasz területek oly kicsinyek voltak, hogy az ily rajzók csaknem egészen csillószőrözötteknek látszottak.¹ A másik lehetőséget, azaz azt, hogy a holotrich szőrözet a peritrich szőrözettől egészen függetlenül fejlődött ki, BÜTSCHLI-nak a *Podophrya quadripartitán* tett észlelete támogatja. BÜTSCHLI szerint ugyanis a *P. quadripartita* 4 csillószőrövet viselő rajzóinak hátsó testvége is visel egy kis területen finom csillószőröket.² Ezen észleletre támaszkodva valószínűnek tartható, hogy a teljes csillószőrözet, a csillószőrövektől függetlenül azon csillószőrökből indult ki, mely a test hátsó végén kezdetleges állapotban megvan a *Podophrya quadripartita* peritrich rajzóin, s mely a test hátsó végéből kiindulólág borította el a rajzó egész felületét. Bármelyik módon fejlődött azonban a holotrich csillószőrözet, annyi bizonyosnak látszik, hogy a holotrich rajzókra nézve is a peritrichék tekintendők kiindulási alakok gyanánt, melyekre ép úgy visszavezethetők, mint a hypotrich rajzók. A holotrich rajzók csak ritkán tojásdadok, hengeresek, többnyire lapított testűek, mint a hypotrich rajzók, s egyik tengelyük irányában megnyúltak. Holotrich rajzója van a már említett *Acineta foetidán* kívül a *Podophrya cothurnatának*,³ a *Podophrya Steini*-nek,⁴ az *Acineta lingulatának*,⁵ az *Acineta solarisnak*,⁶ s valószínűleg a *Podophrya Lichtensteini*-nek is.⁷ Holotrichék továbbá, mint fentebb már említettem, az oszlással szaporodó Acinetaféléknek oszlási sarjai; holotrich csillószőrözet fejlődik ki végre, mint már szintén említve volt, a helyét változtató *Podophrya fixán*.

A holotrich csillószőrözet módosulásának tekin-

¹ Id. ért. id. h.

² Id. ért. JZ. X. Neue F. III. (1876) 298.

³ STEIN, Die Infus. Die diademartige Acinete 73. — CLAP. et LACHM. Études. III. 126.

⁴ STEIN, Die Infus. Acinetenzustand der Opercularia articulata 120.

⁵ STEIN, Die Infus. Acinete mit dem zungenförmigen Fortsatze 106.

⁶ STEIN, Der Org. I. 105.

⁷ STEIN, Die Infus. Acinetenzustand der Opercularia Lichtensteini. 227.

¹ CLAP. et LACHM. Études. III. 114.

² STEIN, Die Infus. 214. — BÜTSCHLI, Ueber Dendrocom. etc. ZWZ. XXVIII. (1877) 58.

³ BÜTSCHLI, id. m. 308.

⁴ STEIN, Der Org. I. 105.

⁵ CLAP. et LACHM., Ét. III. 146.

⁶ Term. rajzi füz. II. 1878. 255.

tendő azon tömötten álló csillószőrözet, melyet STEIN az *Acineta Astacinak* tojásdad körvonaltú, nagy rajzóinál észlelt, s mely a domború hátoldalnak csupán mellső negyedrészt, a 'apos hasoldalnak ellenben mellső két harmadát borítja.¹

Az Acinetafélek rajzósarjainak még egy sajátosság s ezen ázalékállatkáknál, melyek kifejlett állapotban egészen szájnélküliek, első pillanatra egyenesen meglepő szerkezeti elkülönüléséről kell megemlékezni, s ez a szájnak és garatnak látszó szerv. Ezen elkülönülésről STEIN tesz először említést a *Dendrocometes paradoxus* rajzósarjainál, melyeknél a test mellső részéből egy hasadék indul ki, mely a rajzó testének egyik oldalán térszerűleg meghajlik s a test közepéig, vagy még ezen túl is követhető s mely, mint STEIN mondja, egészen megegyezik a *Spirochona gemmipara* sarjadékainak garattá fejlődő csillószőrös részével, csillószőröket azonban nem visel, valamint nyílást sem sikerült rajta STEIN-nek megkülönböztetni.² A *Podophrya Troid* leírásánál CLAPARÈDE és LACHMANN is említést tesz ezen Acinetaféle rajzóinak sajátosságos csatorna- vagy garatszerű betüremléséről.³ EBERHARD a *Bursaria truncatella* acinetaalakú embrióiról azt mondja, hogy miután a Bursariából kiszabadultak, az Acinetákéhoz hasonló tapogatókat nyújtanak ki, melyeket ismét visszahúzza egész felületüket csillószőrök borítják el; erre testük laposra nyomott búzaszem alakját veszi fel, melyen, mint a búzaszemenél, a hosszirányú barázda sem hiányzik s ezen barázdának mellső végén nyílik meg a száj.⁴ HERTWIG R. szerint a *Podophrya gemmipara* rajzóinak csúcsos alapi végén (mely az anya Podophryáról lefűződött rajzó mellső végének felel meg,) a hasoldalból egy finom csillószőrökkel borított csöves betüremlés indul ki, mely kissé oldalra hajolva, a rajzó testén át a domború hátoldal felé tart s csillószőrözet nélküli orsódad, üröcskeszerű képletben vakon végződik.⁵ — Ezen leírásból látható, hogy a *Podophrya gemmipara* rajzóinak szóban forgó szerve szerkezetét tekintve nagyon megegyezik a csillószőrös ázalékállatkáknak nyeldekli üröcskéibe nyíló garatjával, például a Pa-

rameciumokéval s ettől csupán vak végződésével különbözik.

STEIN említést tesz továbbá még arról, hogy számos Acinetafélenek rajzói testüknek egy bizonyos pontján kised, kerek, szájhoz hasonló szívó korongot viselnek, mely gyakran rövid, csapalakú emelkedésen ül s a rajzó rögzítésére szolgál, midőn ez rajzását befejezve, Acinetává változik. Az *Acineta solaris* és *A. tuberosa* rajzósarjainál ezen szívókorongoska a test mellső végéhez közel, az *Acineta Astacinál* a hasoldalnak mintegy közepe táján foglal helyet; ugyanily köldökszerű szívókorongoskát viselnek a *Podophrya fixának* és *Acineta mystacinának* egész felületükön csillószőrözött oszlási sarjadékai is.¹ Az *Acineta foetida* leírásánál én is tettem említést a holotrich rajzóknak ezen szervéről, melylyel, midőn szilaj rajzásuk közben egy-egy pillanatra megpihennek, idegen tárgyakra, mint valószínű szívókoronggal rögzítik magukat, s melyből a rajzási időszak befejeztével a kocsány nő ki,² s egyúttal arra is utaltam, mennyire emlékeztet ezen rögzítő korongoska az Enchelysték családjába tartozó ázalékállatkák felhányszerű, kerek ajakára. Ugyanily korongoskát viselnek bizonyára az Acinetafélek körébe tartozó, a *Holophryákhoz* egészen hasonló, azon ázalékállatkák, melyeket STEIN a *Bursaria truncatellában* igen nagy számmal látott fejlődni, s mint ezen ázalékállatka embrióit írt le.³

Hogy az Acinetafélek rajzóinak fentebb tárgyalt garathoz hasonló szerve, a szájjal bíró ázalékállatkák hártás kürtszerűleg csavart garatjával (pl. a Vorticella- és Parameciumfélekéval), az épen leírt szívókorongoska pedig az Enchelysték családjába tartozó ázalékállatkák ajakával homolog képződménynek tekintendő, felfogásom szerint alig szenvedhet kétséget, s HERTWIG bizonyára jogosan utalt arra, hogy az Acinetafélek rajzóinál észlelt száj és garat, kapcsolatban a rajzók különböző csillószőrözetével, mely, miként láttuk, a heterotrich csillószőrözet kivételével az ázalékállatkák összes többi csoportjainak jellemző csillószőrözetét képviseli, fontos alapokat szolgáltat, hogy a csillószőrös ázalékállatkák genealogiájának phylogenetikai, vagy, — mit részéről nem tartok épen lehetetlennek, — ontogenetikai összetartozását kimutassuk.⁴ Ismereteink jelen állásán ez

¹ Die Infus. wahrscheinlicher Acinetenzustand der Epistylis crassicolis. 237.

² Die Infus. 214.

³ Études. III. 129.

⁴ Beiträge zur Lehre von der geschlechtlichen Fortpflanzung der Infusorien. ZWZ. XVIII. (1868) 120.

⁵ Id. ért. 44.

¹ Der Org. I. 105.

² Term. rajzi füz. II. (1878) 255.

³ Der Org. II. 306.

⁴ Ueber Podophrya gemmipara 72.

még nem lehetséges, ezért beérem e helyen ezen viszonyok egyszerű érintésével s csak annyit akarok még itt megjegyezni, hogy az Acinetafélék rajzóinak garatszerű szerve s szájhoz hasonló szívókorongocskája korántsem csökevényes szervek, melyek phylogenetikai magyarázatra szorúlnak: megvannak s fontos feladatra hivatvák ezen szervek az Acinetaféléknél a rajzási időszak befejezte után is. A mi először is a szívókorongocskát illeti, erre nézve, az *Acineta foetidán* tett vizsgálataimra támaszkodva, STEIN állításának¹ helyességét határozottan megerősíthetem; a rajzó, életének kóborló szakát befejezván, csakugyan evvel tapad meg s miután rögzítette magát, belőle nő ki a kocsány.² A mi pedig a garatszerű szervet illeti, ez ismét nem egyéb, mint a kifejlődött Acinetaféléknek már fentebb említett szülőjárata, mely azon időben, midőn az Acinetaféle rajzósarjat nem rejt, többnyire egészen el van záródva s ezért egészen észrevehetetlen. Csak egy pillantást kell vetnünk azon hű rajzokra, melyeket STEIN a *Dendrocometes paradoxus* rajzójáról,³ BÜTSCHLI pedig ugyanezen Acinetafélének kifejlődött alakjáról ad,⁴ hogy meggyőződjünk ezen felfogás helyességéről, azaz arról, hogy a rajzó garatja s a kifejlődött *Dendrocometes* szülőjárata egy és ugyanaz. Sőt egy lépéssel még tovább menve, azon eredményre jutunk, hogy az eddigi észleletek arra is egészen kielégítő s meggyőző feleletet adnak, hogy mily módon fejlődik ki ezen garatszerű járat. Erre nézve ismét BÜTSCHLI-nek a *Dendrocometes* rajzósarjai fejlődéséről adott rajzaira kell utalnom,⁵ melyeken világosan látható, hogy a fejlődésben levő rajzó testének ugyanazon helyén, melyet később a garatszerű cső foglal el, azon fonálszerűleg kihúzódtott magrészet fut végig, mely a rajzó testébe belesarjadzott magrészetet az anyai magrészlettel egy ideig még összeköti, miből, úgy hiszem, önkényt következik, hogy a rajzó garatszerű szerve s a kifejlődött *Dendrocometes* szülőjárata nem lehet egyéb, mint azon járat, melyen a mag a rajzó belsejébe nyomult. Így fogván fel a rajzósarjak garatszerű szervének fejlődését, semmi különös sem fogunk találni azon különben egészen megmagyarázhatatlan körülményben, hogy a garatszerű szerv

a szülőjarrattal nem bíró, külső sarjadzás útján szaporodó *Podophrya gemmipara* rajzóinál is fellép, minthogy a rügyek magja ezeknél is az anyai magból sarjadzik s a HERTWIG-től leírt garatszerű szervnek lefutása ezeknél is teljesen összevág azon uttal, melyen a mag a sarjadékba nyomult; hogy ezen *Podophryában* belső rajzósarjak nem fejlődnek, azt is igen könnyen megmagyarázhatjuk, ha tekintetbe vesszük, hogy HERTWIG vizsgálatai szerint a rajzók azon testvégiükkel tapadnak meg, mely a «száj»-at viseli s mely a kifejlődő kocsánytól elnyomatik. — A mi végre az Acinetafélék rajzósarjainak ajakszerű dudorát, szívókorongocskáját illeti, erre nézve alig hiszem, hogy tévedek, ha azt állítom, hogy ezen kis szemölcszerű kiszökellés azon kocsánykának felel meg, melylyel a sarjadék az anyai testtel teljes leválásáig összefüggött, tehát mintegy sarjadzási köldököt képvisel.

Hogy az előadott felfogások, melyeknek igen nagy a valószínűsége, a valónak csakugyan megfelelnek-e, azt ez irányban teendő külön vizsgálatok vannak hivatva eldönteni.

Fentebb említettem már, hogy több Acinetaféléknél (*Podophrya quadripartita*, *Ophryodendron abietinum*,) nagy és apró rajzók ismeretesek. Azokra támaszkodva, miket a Flagellátoknak s a szájjal bíró csillószőrös ázalékállatkák alább tüzetesen tárgyalandó apró rajzóiról, vagy mikrogonidiumairól tudunk, igen valószínűnek látszik, hogy az Acinetafélék apró rajzósarjai sem változnak át közvetlenül az anyai Acinetafélével megegyező szervezetté, hanem igen lehetséges, hogy egybekelésre szolgálnak; ez azonban ismereteink jelen állásán csak analógiakon alapuló gyanítás, mely bebizonyításra vár; legfeljebb a FRAPONT-tól az *Acineta divisánál* észlelt s fentebb leírt és analizált szaporodási kitérőmlések útján történő állítólagos szaporodásra lehetne hivatkoznunk, mely, mint fentebb kimutatni igyekeztem, valószínűleg rügyszerű egybekelésnek felel meg.

Említettem továbbá azt is, hogy némely Acinetafélénél csillószőrözetükre nézve különböző rajzósarjak fordulnak elő. Ezt észleltem én, mint már említém, a *Podophrya quadripartitánál*, melynél D'UDEKEM szerint lapított testű rajzók is fordulnak elő, melyeknél csupán a lapos hasoldal van 3—4 sorban álló csillószőrökkel szegélyezve,¹ s az *Acineta foeti-*

¹ Der Org. I. 105.

² Term. rajzi füz. II. (1878) 255.

³ Die Infus. Taf. V. Fig. 10—11, 13, 17.

⁴ ZWZ. XXVIII. (1877) Taf. VI. Fig. 5.

⁵ Id. h. Taf. VI. Fig. 6—7, 9.

¹ Sur le développement des Infusoires. Mémoire de l'Acad. roy. de Belgique. Tome XXX. (1857) 12.

dúnál, mely utóbbinál peritrich és holotrich rajzósarjak egyaránt előfordulnak.

Az Acinetafélék rajzósarjadékai anyjukat elhagyva, többnyire szilaj gyorsasággal kelnek rajzásra, hossz-tengelyük körül egyre forognak s nagy csavarulato-kat leíró pályájukon igen nehezen követhetők. Sebes, vagy, — mint LACHMANN jellemzően mondja,¹ — mintegy örült szerteszáguldozásuk ideje igen külön-böző: némely Acinetafélék rajzósarjai, LACHMANN sze-rint, már egy fél óra múlva megszűnnek mozogni, más-soknál ellenben a rajzás időszaka több órára terjed; CIENKOWSKI egy *Podophrya* rajzóját rögzítődéseig öt órán át követte.² LACHMANN szerint MÜLLER JÁNOS már 1852-ben megfigyelte, hogy mily módon válto-zott át a *Podophrya Lemnarum* rajzója Acinetinává: a rajzó mozgása egyre lassabbodni kezdett, végre egészen megszűnt s a csillószőrözetét elveszített meg-tapadt rajzón az Acinetafélékre jellemző sugarak nőttek ki.³ Ugyanilyennek találták CIENKOWSKI,⁴ D'UDEKEM,⁵ LACHMANN és CLAPARÈDE,⁶ később STEIN is,⁷ valamint több újabb bűvár különböző Acineta-félék rajzósarjainak Acinetákká való átalakulását, s miként már ismételve volt alkalmam említeni, STEIN szerint az Acinetaféléknek rajzásukat befejezett rajzói szívókorongocskájukkal oda rögzítik magukat s ezen szívókorongocskából nő ki a kocsányuk. — Mindezen észleletek után bebizonyítotttnak tekinthetjük, hogy az Acinetafélék rögzítődött rajzói nem valamely más ázalékállatkává, hanem ismét csak Acinetafélévé vál-toznak.

Stein úgynevezett Acineta-elmélete.

Midőn STEIN 1847-ben az ázalékállatkák ta-nulmányozását megkezdette, azon eredményekben gazdag felfedezéseinek élénk behatása alatt állott, melyekhez a *Gregarinák* tanulmányozása vezette

s melyek között legfontosabbnak az látszott, hogy a Gregarinák kettenként egybekelve betokozzák ma-gukat s miután teljesen egygyéolvadtak, a fentebb tár-gyalt spórákra esnek szét. Figyelmét ehhez képest első sorban az ázalékállatkák betokozódási folyama-tának felfedezésére irányította, melynek létezése annál valóbb-szerűnek látszott, mivel SIEBOLD már kimutatta, hogy az *Euglenák* bizonyos időben gömbbé húzódnak s tokkal veszik magukat körül, s egyúttal utalt volt annak lehetőségére, hogy a betokozódott Euglenák tokjaikat előbb-utóbb más alakban ismét elhagyják.¹ Mindjárt első bűvárlatai azon szerencsés eredményre vezettek, hogy betokozódás csakugyan van a csillószőrös ázalékállatkáknál is, s hogy ezen betokozódás, mely, mint mai nap tudjuk, igen fontos szerepet játszik az ázalékállatkák életében, igen szo-ros kapcsolatban áll ezen véglények szaporodásá-val; ezen kívül legelső vizsgálatai egy igen fontos-nak látszó másik felfedezésre is vezették őt, mely az *Acineta-elmélet* felállításában nyert kifejezést s melyet egy ideig STEIN felfedezéseinek fénypontjaként ünne-peltek.

1848 május havában STEIN előadásain való de-monstrálás kedvéért a *Vaginicola crystallina* kisebb alakjának igen nagyszámú egyéneivel megrakott mo-szatfonalakat gyűjtött, s midőn csak több nap múlva jutott a demonstráláshoz, meglepetve tapasztalta, hogy az oly nagyszámú Vaginicolák csaknem egészen eltűntek, helyettük ellenben ép oly nagy számmal akadt sajátságos, némi tekintetben az eltűnt Vagini-colák tokjával megegyező csinos tokokat lakó, de a Vaginicoláktól egészen eltérő szervezetű ázalékállat-kákra, melyekben EHRENBURG *Acineta mystacináját* ismerte fel.² Ezen észlelet lőn kiinduló pontja az Acineta-elméletnek. STEIN feltette ugyanis, — s ezen feltevésének helyessége mellett a priori igen nagy valószínűség látszott szólani, — hogy az *Acineták*, melyek a *Vaginicolák* helyébe léptek, nem lehetnek önálló ázalékállatkák, hanem a Vaginicolákból fej-lődtek: azaz, hogy a Vaginicolák bizonyos kö-rülmények között Acinetákká változnak át. Az oly valószínűnek látszó feltevés helyességének ki-puhatolására irányított vizsgálatok azon eredményre vezették STEIN-t, hogy a Vaginicolák csakugyan át-

¹ Ueber die Organisation der Infusorien etc. AAP. (1856) 391.

² Bullet. de l'Acad. imp. de St. Petersburg. 1855. V. ö. LACHMANN, id. ért. id. h.

³ Id. ért. 341.

⁴ Id. ért. Továbbá: Bemerkungen über STEIN's Acineten-Lehre. Mélanges biologiques tirés du Bullet. de l'Acad. de St. Petersburg. Tome II. 1855. V. ö. STEIN, Der Org. I. 48.

⁵ Sur le développement des Infusoires. Mémoire de l'Acad. roy. de Belgique. XXX. (1857) 12,

⁶ LACHMANN, id. ért. 390. Továbbá: Études. III. 108.

⁷ Tagesblatt der 32. Versamml. deutsch. Naturforsch. in Wien im J. 1856 Nr. 3. V. ö. Der Org. I. 51.

¹ Lehrb. der vergl. Anatomie der wirbellosen Thiere. (1845) 25.

² Untersuchungen über die Entwicklung der Infusorien. AN. 15. Jahrg. (1849) I. 109.

változnak Acinetákká, mely átváltozási folyamat alatt a Vaginicola teste, a Vorticellafélék szervezetét elvesztve, tokján belül gömbbé húzódik s az Acineta testévé változik, melyből később a pamatokban elhelyezett jellemző fonalak nőnek ki; a Vaginicola tokja pedig e közben lassankint átalakul az Acineta tokjává.

Hogy a *Vaginicola crystallina* az *Acineta mystacinával* csakugyan fejlődési összefüggésben áll, ebben STEIN-t még megerősítette azon észlelete, hogy a Vaginicola crystallinának békalencse-gyökereken élő nagyobb alakja társaságában a finom moszat fonalokon élő kisebb Vaginicolák Acinetáinál sokkal nagyobb Acinetákat talált, melyek a nagyobb Vaginicolákból egészen oly módon történő átalakulás útján látszottak fejlődni, mint a kisebb Acineták a Vaginicola crystallina kisebb alakjából.¹

A megkezdett irányban folytatott vizsgálatok, melyeket STEIN két értekezésben,² s első nagy munkájában³ tett közzé, azon eredményre vezettek, hogy az összes Vorticella-, Ophrydium- és Spirochona-félékkel együtt élő különböző Acinetafélék nem önálló szervezetek, hanem az illető ázálékállatkáknak, — melyekből átalakulás útján képződtek, — *Acineta-állapotai* (Acineten-Zustände). Az átváltozás a me-revkocsányú Vorticella- és Spirochona-féléknél oly módon történik, hogy a kocsányáról levált ázálékállatka, vagy, mint a Spirochona-nál, az anyaegyénről leváló sarjadék megtapadása után közvetlenül átváltozik a megfelelő Acinetinává; az összepattanó kocsányú Vorticellafélék ellenben előbb betokozzák magukat s betokozott állapotban változnak át Acinetinákká; a Vaginicolák- és Cothurniáknál végre, mint már előadtuk, az ázálékállatka teste az Acineta testévé, tokja pedig annak tokjává változik át.

Az Acinetafélék tanulmányozása, mint fentebb említők, csakhamar a belső rajzósarjak felfedezésére vezetett. Ezen belső rajzósarjak, mint láttuk igen számos Acinetafélénél az összetévesztetésig hasonlítanak kocsányukról levált s hátsó csillószőrkoszorúval rajzó Vorticellafélékhez. Mivel STEIN arról már meg volt győződve, hogy a tágabb értelemben vett Vorticellafélék Acinetákká változnak át, jogosan vélte feltehetni, hogy az Acinetaféléknek a rajzó Vorticellafélékhez oly meglepően hasonlító rajzósarjai letelepe-

désük után nem Acineta-, hanem Vorticellafélékké változnak.

STEIN-nek ezen Acineta-elmélete szerint tehát a Vorticellafélék nemzedékváltozáson mennek át: azaz, miután bizonyos számú nemzedéken keresztül oszlás, vagy sarjadzás útján magukhoz hasonlókat hoztak létre, utolsó nemzedékük Acineta-állapotba megy át, mely állapotban dajkáknak felelnek meg s ezeknek rajzósarjadékai visszatérnek ismét a Vorticella-állapotba.

A STEIN-től oly beható és lelkiismeretes tanulmányok sorozatára alapított új tan, — tekintetbe véve az Acinetaféléknek a többi ázálékállatkákétól annyira eltérő szervezete mellett is a Vorticellafélékére oly feltűnően emlékeztető testszabását, a Vorticellafélék társaságában való előfordulásukat s csak a Vorticellafélék elszaporodtával való megjelenésüket, valamint rajzósarjaiknak a Vorticella- és Spirochona-félék rajzó egyéneivel való látszólag teljes megegyezését, — tekintetbe véve továbbá azt, hogy fellépése idejében egyre szaporodtak azon adatok, melyek a STEENTRUP-tól csak az imént kifejtett nemzedékváltozásnak az alsóbb állatok között való széles elterjedését bizonyították, — mindezt tekintetbe véve, mondom, az új tan már a priori is igen meggyőzőnek látszott s csaknem osztatlan tetszéssel fogadtatott. Legvilágosabban kitűnik ez a tudományos állat-tan egyik vezérfőnökének, SIEBOLD-nak STEIN első közleményének megjelenése után tett következő nyomtatékos nyilatkozatából, melyet COHN-nak az *Actinosphaerium* egybekelésére vonatkozó vizsgálataihoz kapcsol. «Meg vagyok győződve, — mondja SIEBOLD, — hogy ezen észleletek meglepő eredményekhez fognak vezetni s azt fogjuk tapasztalni, hogy a Protozomok különböző alakjait egy és ugyanazon fajhoz tartozó nemzedékeknek kell tekintenünk, melyek egymással határozott törvények szerint s bizonyos sorrendben váltakoznak. Jelenleg az tartozik az állatbúvárok feladatai közé, hogy a Protozomokat, melyek eddigelé csupán testalakjuk szerint rendeztetek, élettani viszonyaikra nézve oly terjedelemben vizsgálják, hogy alakváltozásaik következtében különböző nemzedéksorozataikat helyesen összeállíthassuk, hogy ily módon a tulajdonképi fajok áttekinthetésehez jussunk».¹

¹ Id. ért. 115.

² Id. ért. — Továbbá: Neue Beiträge zur Kenntniss der Entwicklungsgeschichte etc. ZWZ. III. (1852) 475.

³ Die Infusionsthiere auf ihre Entwicklungsgeschichte untersucht. 1854.

¹ Ueber die Conjugation des Diplozoon paradoxum, nebst Bemerkungen über den Conjugations-Process der Protozoen. ZWZ. III. (1851) 67.

STEIN felfogásának helyességét némileg támogatni látszott PINEAU-nak egy régibb észlelete, mely a *Vorticella microstoma* és *Podophrya fixa* között genetical összefüggés létezését állítja; ¹ csak hogy PINEAU szerint a *Podophrya fixa*, — melyet, DUJARDIN-t követve, *Actinophrys pedicellátának* nevez, — változik át Vorticellává, miután szívófonalaait visszahúzva száját és csillószőrözetet nyert, a Vorticella tokokból pedig Oxytrichák fejlődnek.

Látszólag még inkább szólottak STEIN elméletének helyessége mellett D'UDEKEM-nek a PINEAU-tól közölteknél sokkal behatóbb vizsgálatai, melyek a nevezett bűvart STEIN-től egészen függetlenül vezették a Vorticella- és Acinetafélék között levő genetical összefüggés létezésének kifejtésére. D'UDEKEM vizsgálatai szerint ² az *Epistylis plicatilis* kétfalakú szervezet, mely több nemzedéken keresztül egyszerű oszlással szaporodik, míg végre egyes egyénei, a nélkül, hogy kocsányukat elhagynák, gömbbé húzódnak s betokozzák magukat. Ezen tokokon belül átalakulnak az Epistylisek *Opalinákhoz* hasonló holotrich ázálékállatkákká, melyek tokjukat elhagyva rövidebb vagy hosszabb ideig tartó rajzás után megtelepednek az Epistylis-bokrok kocsányain, csillószőrözetüket elveszítik s átmennek az Acineta-alakba, azon alakba, melyet STEIN is az *Epistylis plicatilis* Acineta-állapotának tart, CLAPARÈDE és LACHMANN pedig *Podophrya quadripartita* névvel jelez. Az Acineta-alakba átment Epistylisek rajzósarjaiból végre nem Epistylisek fejlődnek, mint STEIN állítja, hanem ismét csak Acineta-alakú egyének.

D'UDEKEM-mel szemben CLAPARÈDE és LACHMANN igen beható tanulmányok alapján kimutatta, hogy a tokokban fejlődő opalinaszerű ázálékállatkák korántsem jönnek létre az Epistylisek átalakulása útján, hanem hogy nem egyebek falánk *Amphileptusoknál*, melyek az Epistyliseket elnyelik s az elnyelt Epistylis kocsányán maradvá betokozzák magukat, hogy zsákmanýukat megemésztve tokjukat egyedül vagy két egyénre oszolvá ismét elhagyják, melyek semmi nemű fejlődési összefüggésben nem állanak sem az Epistylisekkel, sem a *Podophrya quadripartitával*.³

¹ Annales des sc. nat. 1845. III. Sér. III. 182., és u. o. Tome IV. 103, végre u. o. Tome IX. (1849) 100. V. ö. STEIN, Der Org. I. 43.

² Sur le développement des Infusoires. Mémoires de l'Acad. roy de Belgique. XXX. (1857).

³ Annal. des scienc. nat. 1857. IV. Sér. VIII. 229. Továbbá: Études, III. 106.

Ugyanezen eredményre jutott ENGELMANN, ki a *Carchesium polypinum*,¹ valamint STEIN is, ki az *Epistylis plicatilis*-en, *E. branchiophilán*, *Zoothamnion affiné*-n, *Z. Asellin* és *Carchesium polypinum*-on egészen a CLAPARÈDE- és LACHMANN-tól leírt módon észlelte a rejtélyes Amphileptus-tokok fejlődését;² maga D'UDEKEM végre ismételvén vizsgálatait, meggyőződött felfogásának téves, ellenben CLAPARÈDE és LACHMANN-ének helyes voltáról.³

Mínt hogy D'UDEKEM elmélete illetén megoldást nyert, vizsgálatai STEIN tanát nemcsak hogy nem támogatják, hanem ellenkezőleg megdöntik; mert hiszen D'UDEKEM vizsgálatai épen azt bizonyítják, hogy a *Podophrya quadripartita* rajzósarjai nem változnak át *Epistylisekké*, mint STEIN felteszi, hanem megtelepedvén *Podophryákká* fejlődnek.

STEIN Acineta-elmélete csakhamar határozott ellenzőkre is talált, nevezetesen CIENKOWSKI-ban,⁴ főleg pedig LACHMANN-ban⁵ és CLAPARÈDE-ben.⁶ Mind a három bűvár beható vizsgálatai egészen megegyező eredményekre vezettek, melyek röviden a következő két pontban összegezhetők: 1. a Vorticellafélék sem közvetlenül, sem betokozott állapotban nem változnak át Acinetinákká; 2. az Acinetinák rajzóiból csak Acinetinák s nem Vorticellafélék fejlődnek.

Nem szenvedhet kétséget, hogy ezen vizsgálati eredmények STEIN csábító elméletét alapjaitól fosztották meg, minek következtében magától összeomlott az. Mindennek dacára azonban STEIN egy ideig még ragaszkodott elméletéhez, s azt olyképen módosította, hogy az Acinetafélék nem fejlődnek ugyan egyszerű átalakulás útján a Vorticellafélékből, miként eredetileg feltette, hanem, hogy a különböző ázálékállatkáknak alább tárgyalandó úgynevezett *acinetaszerű embriói* változnak Acinetinákká, minek következtében tehát ezek még sem lehetnek önálló szervezetek, hanem különböző ázálékállatkáknak csakis bizonyos fejlődési állapotát, acinetaszerű

¹ Ueber Fortpflanzung des Epistylis crassicolis, Carchesium polypinum etc. ZWZ. X. (1859) 279.

² Der Org. II. 103.

³ Description des Infusoires de la Belgique. Mémoires de l'Acad. roy. de Belgique. XXXIV. (1862) 5.

⁴ Bemerkungen über STEIN's Acineten-Lehre. Mélanges biologiques tirés du Bullet. de l'Acad. de St. Petersburg. (1855) Tome II. 263. — V. ö. STEIN, Der Org. I. 48.

⁵ Ueber die Organisation der Infusorien etc. AAP. Jahrg. 1856. 387.

⁶ Études. III. 86.

stádiumát képviselhetik,¹ — vagy, mint egy más helyen mondja,² nem lehetnének egyebek, mint dajkák.

CLAPARÈDE- és LACHMANN-nak a párisi akadémia nagy díjával jutalmazott pályamunkájának teljes megjelenése után végre STEIN sem habozott többé elméletét, módosított alakjában is, nyíltan s határozottan elvetni,³ még pedig azon okból, mert, mint CLAPARÈDE és LACHMANN kimutatta, az Acinetafélék, úgy mint a többi ázalekállatkák egybekelnek, egygyéolvadnak s belsejükben teljes egygyéolvadásuk után «*iváros úton*» embriók fejlődnek; mindezt pedig STEIN összeegyeztethetetlennek tartja az Acinetaféléknek dajka-természetével s ezért önálló természetükben többé nem kételkedik. — Hogy STEIN később nem másban, mint az Acinetafélék egybekelésében látja elméletének tarthatatlanságát, nem mondható egészen következetesnek, minthogy az Acinetafélék egybekelését éppen STEIN fedezte fel s írta le éppen azon munkájában, mely az Acineta-elmélet meg-alapítására volt hivatva.⁴

Hogy STEIN elmélete sem eredeti, sem módosított alakjában ismereteink jelen állásán nem védelmezhető, nem szenvedhet kétséget. Múltán felmerül azonban azon kérdés: vajjon PINÉAU-nak, STEIN-nek és D'UDEKEM-nek alapfogolata, hogy az Acinetafélék a szájjal bíró ázalekállatkák nemzedékkörébe tartoznak, mint egészen hamis és alaptalan, végképen elvetendő-e? — Hogy az Acinetafélék és szájjal bíró ázalekállatkák között, minden szervezeti eltérés mellett is igen szoros az összefüggés, ez alig vonható kétségbe s újra és újra felmerül azon kérdés: vajjon az ázalekállatkák két csoportjának képviselői phylogenetikai, vagy pedig ontogenetikai összefüggésben állanak-e egymással? — Ezen jogosult kérdésekre mai nap határozott választ adni lehetetlen, mindenesetre megszívelendők azonban azon fentebb idézett szavak, melyekben SIEBOLD ezelőtt 36 évvel a bűvárlatok irányát és útját kijelelte, mely nehéz és sikamlós, de esetleg fontos igazságok felfedezésére vezető úton a mai napig úgy szólván egyetlen lépés sem tétetett.

¹ Tagblatt der 32. Versammlung deutscher Naturforscher in Wien im J. 1856. Nr. 3. — Továbbá: Der Org. I. 51.

² Der Org. II. 139.

³ Der Org. II. 138.

⁴ Die Infus. 147.

A szájjal bíró ázalekállatkák úgynevezett embriói.

SIEBOLD a Monostomum mutabilét tárgyaló értekezésében¹ röviden megemlíti, hogy a Rana temporariának részint belét, részint kloakáját lakó kétféle ázalekállatkák egyikében — mely STEIN szerint nem egyéb, mint a *Balantidium Entozoon* — egy uterus-szerű ürt talált, melyben sok apró embrió igen élénken mozgott, s melyek közül több szeme láttára hagyta el az anyai testet s a vízben fürgőn tovább úszott.* SIEBOLD-nak ezen 1834-ben tett felfedezése egészen feledékenységre merült s úgy látszik, hogy maga SIEBOLD sem gondolt reá többé, minthogy sem FOCKE mindjárt tárgyalandó észleletének ismertetésénél,² sem összehasonlító bonczatani kézikönyvében nem tesz róla említést. FOCKE a német természetbúvárok és orvosok 1844-ben Brémában tartott 22-dik vándorgyűlésén³ tett újabban említést a *Paramecium Bursaria* embrióiról, melyek ősszel és télen igen halvány egyénekben képződnek; FOCKE látta, hogy ily példányoknak azon szerve, melyet EHRENBURG herének tartott, azaz a magja, több részre

¹ Helminthologische Beiträge. AN. (1835) 73. V. ö. STEIN, Der Org. II. 315.

* LEUCKART szerint (Ber. üb. d. Leist. der Naturgesch. d. niederen Thiere w. d. J. 1854—55. AN. Jahrg. 1856, II. 433.) GÖZE már 1774-ben leírt úgynevezett ázalekállatka-anyákat, melyek 1—12 mozgó fiókat rejtenek, mely fiókák anyjuk oldalán bujnak ki (Herrn Carl BONNET's wie auch einiger anderen berühmten Naturforscher auserlesene Abhandlungen aus der Insectologie; aus dem französischen, übersetzt und mit einigen Zusätzen herausgegeben von J. A. EPHRAÏM GÖZE. Halle. 1774. 417—452.). A mennyiben én az ázalekállatkák múlt századbeli irodalmát ismerem, állithatom, hogy az se nem az első, sem nem az egyedüli idevágó észlelet a múlt századból. MÜLLER OTTÓ FRIGYES ugyanis már 1773-ben leírta a *Vorticella nasuta* (= *Didymium nasutum*, STEIN) belsejében képződő mozgó embriókat s határozottan megjegyzi, hogy ezen sajátos ázalekállatka mind oszlás, mind belsejében képződő embriók által («*Vort. nasuta et partitioni et foetibus vivis simul propagatur*») szaporodik (*Vermium terrestrium et fluviatilium etc. succinea historia*. Vol. imi pars ima. Havniæ et Lipsiæ. [1773] 103.); GLEICHEN továbbá néhány évvel később a *Vorticella microstoma* embrióit észlelte (*Dissertation sur la génération, les animalcules sparmatiques, et ceux d'infusions*. Paris. An. VII. 217—218. — Az eredeti német kiadás, melyhez nem juthattam, 1778-ban jelent meg).

² Bericht über die Leistungen im Gebiete der Anatomie und Physiologie der wirbellosen Thiere in d. J. 1843—44. AAP. Jahrg. 1845. 116.

³ Amtlicher Ber. 2. Abth. 109. — V. ö. SIEBOLD id. h.

oszlott, melyeknek mindegyike két lüktető üröcskét s egy sötét szervet, azaz magot tartalmazott; hogy ezen képletek, melyek a Focke től uterusnak tekintett magból fejlődtek, valóban embrióknak felelnek meg, ez iránt Focke-nak, minthogy kirajzásukat is megfigyelte, semmi kétsége sem lehetett.

Két évvel később ECKHARD a *Stentor coeruleus*- és *polymorphus*-nak, anyjuktól egészen eltérő szervezeti embrióit írta le,¹ mely adatot SCHMIDT OSZKÁR vizsgálatai megerősítették.²

Sokkal fontosabbak ezeknél COHN, STEIN, CLAPARÈDE és LACHMANN, valamint ENGELMANN vizsgálatai, melyek a szájjal bíró ázálékállatkák belső embriók útján való szaporodásának tanát, mint egy ideig látszott, egészen szilárd alapokra fektették.

COHN első vizsgálatait a *Paramecium Bursarián* tette,³ mely ázálékállatkának belsejében a Focke-től felfedezett embriók fejlődését megerősíti. Az embriók állévlézőld-testecskekben szegény példányokban képződnek, szám szerint 2-8, jól kivehető burokkal körülzárt ürben foglalnak helyet, mely a test felületén tölcészerűleg kitáguló vezetékkel nyílik. Az embriók, mint Focke is kiemeli, két lüktető üröcskével bírnak; állévlézőld-testecskeket azonban soha sem tartalmaznak, ellenkezőleg egészen színtelenek s finoman szemecskézetek; magjukat COHN nem volt képes megkülönböztetni. Az embriók az anyai testen belül gömbalakúak, csak ha nagyobb számmal vannak, nyomják egymást, mint a parenchymsejtek, sokszögletesekké. Miután az embriók teljes fejlettségüket elérték, az anyai testet az előbb említett járaton, ritkábban egyenkint az anyai test felületének bármely pontján megnyíló nyíláson át elhagyják. Testük születésük alatt megnyúlik s elkeskenyedik s ezen hengeres, közepett gyakran befűződött alakot születésük után is állandóan megtartják. A kiszabadult embriók egész felületükön egyenlő, hosszú, finom csillószőröket viselnek, melyek között már COHN megkülönböztetett apró gombba végződő fonalakat, melyeket születés közben kihúzódó s később ismét elenyésző nyálkafonalaknak tartott.

A *Paramecium*okéhoz hasonló embriógömböket

látott COHN az *Urostyla grandisban* is,¹ ezeknek az anyai testből való kivándorlását azonban nem volt alkalma megfigyelni.

A mi azon fontos kérdést illeti, hogy az anyaázálékállatkának mely szervéből fejlődnek az embriók, erre nézve nem jutott COHN határozott eredményre; valószínűnek tartja azonban, hogy nem a magból képződnek, mint Focke állította, mivel az embriókat tartalmazó *Paramecium*ok magját gyakran egészen változatlanul találta az embriók mellett.

Lényegében a COHN-tól közöltekkel megegyező eredményekre vezették STEIN-t is² a *Paramecium Bursaria* embriói fejlődése körül tett vizsgálatai. Az embriók szervezetét illetőleg STEIN abban jutott tovább, mint COHN, hogy az embriók magját sikerült kimutatnia; továbbá határozottabban kiemelte a gombosvégű tapogatószerű nyulványok előfordulását, melyekkel az embriók képesek magukat az anyai test felületén rögzíteni. Az embriók fejlődését oly módon adja elő STEIN, mint az *Acinetafélék* rajzósarjaiét: azaz a magból fűződik le egy részlet, mely közvetlenül egyetlen, vagy ismétlődő oszlások útján több embrióvá változik át.

A mi az anyai testet elhagyott embriók továbbfejlődését illeti, erre nézve sem COHN, sem STEIN vizsgálatai nem vezettek határozott eredményre; míg azonban COHN nemzedékváltozásra gondol, addig STEIN e tárgyra vonatkozó első közleményében³ valószínűnek tartja, hogy az embriók, miután tapogatószerű gombos nyulványaikat visszavonták, száját nyernek s közvetlenül *Paramecium*okká változnak át.

A leirtakkal megegyezőknek találta CLAPARÈDE és LACHMANN a *Paramecium Bursariának* és *P. putrinum*-nak embrióit;⁴ az utóbbinak embrióképződését pontosabban vizsgálva azon eredményre jutottak, hogy az embriók majd szabadon fejlődnek az *embrióképző szervnek* («embryogène»), azaz a magnak állományában, majd ismét a magnak egy lefűződött részlete változik át, több részre oszolva, embriókká.⁵

A *Paramecium*okon kívül embrióképződést észlelt továbbá CLAPARÈDE és LACHMANN az *Epistylis plicatilis*-nél és *Stentor polymorphus*-nál.

Az *Epistylis plicatilis*-nél⁶ az aránylag igen apró

¹ Die Organisationsverhältnisse der polygastrischen Infusorien. AN. 1846.

² FRORIEP's Notizen. Dritte Reihe. IX. 1849. — V. ö. STEIN, Der Org. I. 33.

³ Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Infusorien. ZWZ. III. (1851) 271.

¹ Id. ért. 277.

² Die Infus. 244.

³ Id. m. 245.

⁴ Ét. III. 193.

⁵ Id. m. 198.

⁶ Études. III. 169, 181.

(0.0131 mm.) embriók ritkán egyenkint, többnyire 4—5-ével, vagy még nagyobb számmal szabadon képződnek vagy közvetlenül magában a felduzzadt magban, vagy pedig egy, vagy több világos gömbben, mely CLAPARÈDE és LACHMANN véleménye szerint, a magból sarjadzott ki és füződött le. Az embriókat rejtő Epistylisek oldalának változó helyén egy, ritkábban két sajátságos, csecsbimbószerű emelkedés fejlődik, mely csúcsán át van törve, s melyet CLAPARÈDE és LACHMANN épen kifakadt keléshez hasonlít. — Ezen kicsucorodó, felhányt szélső nyílások *szülőnyílásoknak* felelnek meg, melyeken át az apró embriók anyjuk belsejét elhagyják. Az embriók tojásdadalakúak, egy lüktető üröskét rejtenek s közepett, vagy mellső végük közelében egyetlen csillószőrövet viselnek; e szerint tehát egészen megegyeznek az Acinetafélék peritrich embrióival, melyekre szilaj rajzási módjukat tekintve is meglepően emlékeztetnek.

Az embriók továbbfejlődését nem sikerült ugyan CLAPARÈDE és LACHMANN-nak közvetlenül megfigyelni, mindemellett nem kételkednek abban, hogy pihenésre jutva Epistylisekké fejlődnek.

A *Stentor polymorphus*-nak, vagyis inkább a *St. Roeseli*-nek, — mert a rajzok kétségkívül ezen alakra vonatkoznak, — embriói ugyanoly módon képződnek, mint az *Epistylis plicatilis*-nél: ¹ azaz a magból egy megduzzadt részlet füződik le, melyben egy, vagy több embrió fejlődik. Ezen embriók, melyek aránylag tekintélyes, 0.035, az egyenkint fejlődők egész 0.057 mm. nagyságúak, gömbölyödöttek, vagy tojásdadok s az egész felületüket borító finom csillószőrözeten kívül bizonyos helyen erősebb csillószőröket viselnek, továbbá szabályosan lüktető üröskével és sötétebb, gömbölyű maggal vannak ellátva. Az embriók születését nem sikerült ugyan CLAPARÈDE és LACHMANN-nak megfigyelni, de az embriókat rejtő Stentorok társaságában találtak igen kicsinytermetű részint szájjal még nem bíró, részint szájjal s garattal már ellátott Stentorokat, melyekről felteszik, hogy anyjukat elhagyott embriókból fejlődtek.

Mindezeknél sokkal fontosabbak azon hosszas és igen beható tanulmányokra támaszkodó, meglepő észleleti eredmények, melyeket STEIN a német természetvizsgálóknak 1856-ban Bécsben tartott 32-dik vándorgyűlésén ismertetett, később pedig nagy monografiájának I. és II. részében egész részletességgel

feldolgozott. STEIN ezen munkáiban meglehetősen nagy számú s igen különböző csoportokba tartozó ázálékállatkáknál konstataulta belső embrióknak, vagy legalább a mindjárt tárgyalandó csíragömböknek fejlődését. A STEIN-től észlelt belső embriókkal szaporodó ázálékállatkák a következők: *Provodon niveus*, *Trachelius Ovum*, *Paramecium Aurelia*, *P. Bursaria*, *Blepharisma lateritia*, *Bursaria truncatella*, *Stentor polymorphus*, *St. coeruleus*, *St. Roeselii*, *Stylonychia Mytilus*, *St. pustulata*, *St. Histrio*, *Pleurotricha lanceolata*, *Urostyla grandis*, *Euplotes Patella*, *E. Charon*, *Vorticella microstoma*, *V. nebulifera*, *V. Campanula*, *Zoothamnion Arbusculula*, *Epistylis plicatilis*, *Ep. Daphniarum*, *Trichodina Pediculus*. Ezekhez járul még COHN szerint a *Nassula elegans*,¹ ENGELMANN szerint² az *Uroleptus agilis*, *Vorticella Convallaria*, *Carchesium polypinum*, *C. Aselli*, *Epistylis crassicollis* és *Didymium nasutum*, HAECKEL szerint végre a *Codonella campanella*.³ Ha mindezekhez hozzászámítjuk még a *Balantidium Entozoont* s *Paramecium putrinumot*, mely utóbbinál, mint fentebb előadtuk, már CLAPARÈDE és LACHMANN, az elsőnél pedig SIEBOLD észlelte az embriókat, úgy mindössze harminczháromra tehetjük azon ázálékállatkák számát, melyeknek embriói, vagy legalább csíragömbjei, — számosaknál csakis ezek, — ismertek.* Bármily tekintélyesnek látszik is első pillanatra ezen szám, mégis csekélynek kell tartanunk azon terjedelmes és lelkiismeretes búvárlatokkal szemben, melyet több kitűnő bűvár, első sorban STEIN, továbbá ENGELMANN az ázálékállatkák embriók útján való szaporodásának tanulmányozására szentelt. A közölt sorozatból első pillanatra feltűnik továbbá az, hogy számos igen közönséges s több kitűnő bűvartól ismételve tanulmányozott ázálékállatkánál embriókat mindeddig nem észleltek.

STEIN vizsgálatai szerint az embriók úgy, mint az Acinetafélék rajzósarjai, minden esetben a magból fejlődnek; e tekintetben tehát STEIN felfogása nem

¹ Ueber Fortpflanzung von *Nassula elegans* Ehr. ZWZ. IX. 1857. 143.

² Zur Naturgeschichte der Infusionsthier. ZWZ. XI. 1861. — Továbbá: Ueber Entwickelung und Fortpflanzung von Infusorien. MJ. I. (1876) 586.

³ Ueber einige neue pelagische Infusorien. JZ. VII. (1873) 565.

* Azon ázálékállatkákat, melyeknél BALBIANI és BÜRSCHLI észlelte a csíragömbökkel egyenértékű, de egészen másképen magyarázott képletek fejlődését, e helyen szándékosan hagytam figyelmen kívül.

tér el CLAPARÈDE és LACHMANN-étól, s ezen felfogásának helyességét ENGELMANN vizsgálatai¹ teljesen megerősíteni látszanak.

Hogy STEIN embrió-elméletéről teljes képet adjak, már itt ki kell emelnem, — mire alább még visszatérek, — hogy STEIN az ázalékállatkák embrióit ivaros szaporodás termékeinek tekiüti.² Az előrehaladt egybekelés után, melyet monografiájának első részében még hosszirányú oszlásnak tekint, a here értékével bíró magocskában ondószálacsákák képződnek, melyek a magba hatolván, azt megtermékenyítik. Erre a mag szétoszlik több peteszerű részletre, melyeket, minthogy nem ezek termékenyítettnek meg, nem petéknek, hanem *csíragömböknek* nevez.³ A kezdetben egynemű, világos csíragömbök belsejében később élesen körülírt gömbölyüded mag, felületese rétegükben pedig egy, vagy két lüktető üröcske lülnül el; a fejlődés ezen szakán levő gömböket STEIN *embriógömböknek* nevezi.⁴ Ezen embriógömbök sem változnak át közvetlenül embriókká, hanem az oszlás és sarjadzás között mintegy közepett álló szaporodás útján több embriónemzedéket hoznak létre; az embriógömbökből ugyanis egy kisebb gömb szeletének megfelelő részlet fűződik le, mely az embriógömb magjából egy sarjadékot vesz fel, s miután teljesen lefűződött, elgömbölyödik s embrióvá változik. Mint ebből látható, az embriógömbök szaporodása egészen megegyezik bizonyos Acinetaféléknek, pl. a *Podophrya fixának*, oszlás és sarjadzás között közepett álló szaporodásával. Minthogy ezen szaporodási folyamatnál az anyaázalékállatka magja és magocskája elhasználtatik, embriógömböket tartalmazó ázalékállatkákban pedig gyakran lehet ép magot és magocskát megkülönböztetni: kénytelen STEIN ezeknek egészen újra való képződését feltenni.⁵

Némileg más utat vesz az embriók fejlődése a *Vorticellaféléknél*. Ezen ázalékállatkáknál, melyeknél STEIN magocskát nem különböztet meg, az alább még tárgyalandó rügyszerű egybekelés indítja meg az embriók fejlődését. Ezen egygyeolvadási folyamatnál mind a kocsányon ülő egyénnek, mind a magát erre ráoltott s beleolvadó kisebb egyénnek, a

mikrogondiumnak, magja feloszlik több gömbölyüded darabra, melyek a telepeket nem képező Vorticellaféléknél laza rakást képeznek s míg egy részük csíragömbökké változik, addig másik részük új maggá olvad össze. A telepeket képező Vorticellaféléknél s a *Trichodina Pediculusnál* ellenben valamennyi magrészet egyetlen korongalakú tömegbe olvad össze, melyet STEIN *placentának* nevez; ebben egyes gömbök különülnek el s a placenta belsejéből kinyomulva, csíragömbökké változnak át, míg a placentának fel nem használt része ismét maggá változik.¹ Placentaképződés jellemzi STEIN szerint továbbá még az *Oxytricha*- és *Euplotesféléket*,² ezeknél azonban a placenta egyetlen egyénnek összeolvadó magdarabjaiból fejlődik.

Az embriókat rejtő ázalékállatkák testének felületén majd egy, majd több, élesen körülírt kerek, vagy tojásdad nyílás képződik, mely befelé többnyire rövidebb vagy hosszabb csőbe folytatódik; ez a *szülőnyílás* és *szülőjárat*, melyet, mint említve volt, már COHN megkülönböztetett a *Paramecium Bursariánál*. A szülőnyílás száma és elhelyezése változik; a *Stylonychia Mytilusnál* azonban az egyetlen szülőnyílás egészen állandóan, közvetlenül a szájperem mögött, a has baloldalán foglal helyet.

Az ázalékállatkák embriói valamennyien megegyeznek abban, hogy világos protoplazmából álló testük egy többnyire gömbölyű, vagy tojásdad, ritkán, nevezetesen a *Bursaria truncatellánál*, patkóalakú magot s egy vagy két lüktető üröcskét rejt; egyéb szervezeti viszonyait, nevezetesen csillószőrözetüket s tapogatóik jelenlétét, vagy hiányát tekintve, egymástól eltérnek s a következő három csoportba foglalhatók.

a) *Acinetaszerű embriók*. Testük hengeres, ritkán gömbölyödött; csillószőrökön kívül az Acinetafélékével megegyező, gombosvégű, rövid tapogatókkal vannak ellátva.

Ezen acinetaszerű embriók ismét kétfélék; vagy egész felületük csillószőrözött s tapogatóik szétszórtak, vagy pedig csupán testük közepe táján, vagy hátsó felében viselnek egyetlen csillószőrövet, melynek hosszú, finom szálai hátrafelé irányultak s a test hátsó részét befedik, míg tapogatóik a csupasz mellső testrészen egy koszorúban vannak elhelyezve.

Az előbbiekhöz tartoznak a *Parameciumok*, *Nas-*

¹ Zur Naturgesch. d. Infusionsthiere. ZWZ. XI. 1861.

² V. ö. Der Org. I. 96.; II. 40.; továbbá: Ueber die die Hauptergebnisse der neuern Infusorienforschungen. Wien. (1863) 22.

³ Der Org. I. 97.

⁴ Der Org. I. 99.

⁵ Der Org. I. 99.

¹ Der Org. II. 137.

² Der Org. II. 86.

sulák és *Oxytrichafélék* embriói; az utóbbiakhoz a *Stentor Roeseli*nek STEIN-tól észlelt embriói,¹ melyektől a *St. coerulesci* kettős csillószörkoszorú által különböznek.²

b) *Tapogatók nélküli peritrich embriók*. Teljesen megegyeznek az Acinetaféléknek egyetlen csillószörövet viselő rajzósarjaival. Ilyen embriók jellemzik a *Vorticellaféléket*.

c) *Tapogatók nélküli holotrich embriók*. Tojásdad, vagy megfordított tojásdad egész felületükön sűrűn csillószörözött testtel, mely mellső végén kisdéd szívókorongszerű kiszökellést visel; ennél fogva egészen hasonlítanak kis Holophryákhoz, vagy az Acinetafélék holotrich rajzó- és oszlási sarjadékaihoz. Ily embriókat STEIN csupán a *Bursaria truncatellánál* észlelt³; ugyanilyeneket fedezett fel HAECKEL a *Codonella Campanellánál*.⁴ Ide tartoznak továbbá azon holotrich élősdiek, melyeket BÜTSCHLI a *Stentor coeruleus* belsejében észlelt,⁵ melyekkel a CLAPARÈDE és LACHMANN-tól a *Stentor Roeseli*nél észlelt s már fentebb leírt embriók nyilván azonosak.

Ha ezen embriók valóban azon ázalékállatkához tartoznak, melyben fejlődnek, úgy első sorban mindenesetre azon kérdés vár megoldást, hogy mily módon lesz belőlük az anyával megegyező ázalékállatka?

Ezen sarkalatos kérdésre csak azon feleletet adhatjuk, hogy egyetlen észlelet sem szól a mellett, hogy az állítólagos embriók, akár közvetlenül maguk, akár pedig utódaik, visszatérnének azon alakra, mely azon ázalékállatkát jellemzi, melyben fejlődtek. — STEIN ugyan, mint fentebb előadtuk, a *Paramecium Bursarián* tett első tanulmányai után hajlandó volt feltenni, hogy az acinetaszerű embriók közvetlenül átváltoznak *Paramecium*okká; BALBIANI pedig az ázalékállatkák ivaros szaporodására vonatkozó első közleményeiben⁶ határozottan leírja a *Paramecium Bursaria* embrióinak átalakulását s részletesen tárgyalja, mily módon fejlődik ki az embriónak szája s mily módon telik meg teste lassankint állevélzöld-

testecskékké; két évvel később azonban maga BALBIANI észleletét csalódáson alapulónak s az embriókat egész határozottsággal betolakodott élősdű Acinetinának nyilvánította,¹ mire STEIN² nem ok nélkül jegyzi meg, hogy nehezen fogható fel, hogyily csalódás mily módon jöhetett létre.

STEIN-nek az embriók továbbfejlődésére irányított vizsgálatai hasonlóképen azon eredményre vezettek, hogy sem maguk az embriók, sem utódaik nem alakulnak át anyjukhoz hasonló ázalékállatkává. — A *Paramecium*ok és *Oxytrichafélék* acinetaszerű embrióinak további végzetéről STEIN a következőkben foglalja össze észleleteit: «Gyakran láttam, hogy tapogatóikkal rászívták magukat a mellettük elúszó ázalékállatkákra, melyek hosszú ideig magukkal czipelték, miközben azok hordozójuk pépszerű test-parenchymájának egy részét kétségkívül elvonták; azt észleltem továbbá, hogy ezen acinetaszerű embriók hosszabb rajzás után pihenésre jutva, csillószöreiket elvesztették s igen rövid, szétszórt tapogatókkal ellátott egyszerű gömbökké változtak, melyek valamely fiatal Acinetához tökéletesen hasonlítottak s nevezetesen a *Podophrya fixa* kocsánytalan alakjától semmi ismertetőjeggyel sem lehetett megkülönböztetni. Ezen pihenésre jutott gömbök rövid idő múlva még oszlásnak is indultak még pedig egészen oly módon, mint a *Podophrya fixa* kocsánytalan alakjai; egy szelvény lefűződött s ismét az eredeti embrióhoz hasonló, tojásdad, csillószörös sarjja alakult, míg a gömb maradványa ismét elgömbölyödött s acinetalakban tovább élt.»³

ENGELMANN, ki terjedelmes vizsgálatainak eredményeivel STEIN felfogását hathatósan támogatta s az embrió-elméletet BALBIANI élődiségi elmélete ellen védelmezte, szintén kiemeli a *Podophrya fixa* kocsánytalan egyénei s a *Stylonychia Mytilus* embriói közötti megegyezést s megerősíti azon észlelet helyességét, hogy az acinetaszerű embriók más ázalékállatkákat az Acinetafélék módjára kiszívják.⁴ ENGELMANN kiemeli továbbá azon sem STEIN, sem maga ENGEL-

¹ Der Org. II. 255.

² Der Org. II. 246.

³ Der Org. II. 306.

⁴ Ueber einige pelagische Infusorien. JZ. VII. Bd. (1873) 563.

⁵ Studien etc. 349.

⁶ Sur l'existence d'une génération sexuelle chez les Infusoires. CR. 46. (1858) 628. Továbbá: Journal de la Physiologie. Avril (1858) 347.

¹ Note sur un cas de parasitisme improprement pris pour une mode de reproduction des Infusoires ciliés. Compt. rend. de l'Acad. Tome 51. (1860) p. 319. Továbbá: Recherches sur les phénomènes sexuelles des Infusoires. Extrait du Journ. de la Physiologie. Nos de Janvier à Octobre (1861) p. 122.

² Der Org. II. 43.

³ Der Org. II. 138. Továbbá: I. 52, 104, 161.

⁴ Zur Naturgesch. d. Inf. ZWZ. XI. (1861) Sep. 15.

MANN-tól később figyelembe nem vett észleletét, mely felfogásom szerint az embriók értékének eldöntésénél fontos adatnak tekintendő, hogy tudniillik a *Stylonychia Mytilusnak* embrió-gömböket rejtő egyénei igen gyakran tartalmazzák azon rövid kocsányú s öt gyűrűs tarajjal ellátott csinos tokokat, melyeket WEISSE *Orcula* név alatt írt le,¹ s melyekről CIENKOWSKI kimutatta, hogy a *Podophrya fixa* tokjainál nem egyebek,² mely állítást STEIN, ki ezen tokokat előbb a *Vorticella microstoma* Podophryákká változó alakjainak tekintette, véglegesen megerősítette.³

Az előadott észleletekre támaszkodva, mint már említve volt, STEIN a maga Acineta-elméletét, miután eredeti alakjában elvetette, akként módosította, hogy az Acinetafélék nem egyebek különböző csillószőrös ázalékállatkák acinetaszerű embrióiból fejlődött *dajkáknál*, melyeknek rajzósarjairól feltehető, hogy ismét szájjal bíró ázalékállatkákká változnak. Mivel a további vizsgálatok, mint már említém, ezen feltevést alaptalannak bizonyították, STEIN végkép elvetette éveken keresztül védelmezett kedvencz elméletét, az Acinetinákban önmaga is önálló szervezeteket ismert fel, melyek a szájjal bíró ázalékállatkákkal semmiméző fejlődési összefüggésben nem állanak. Könnyen belátható, hogy STEIN Acinetaelméletének végképi elvetésével egyúttal embrióelméletét is megfosztatta alapjától; mert ha az Acinetafélék önálló szervezetek, melyek semmi fejlődési összefüggésben nem állanak a szájjal bíró ázalékállatkákkal: úgy a STEIN vizsgálatai szerint Acinetafélékké változó s ezen alakban tovább élő és szaporodó embriók sem tartozhatnak az illető ázalékállatkákhoz, melyekben képződtek. E szerint tehát az embrióelmélet az Acinetaelmélet elvetésével magától romba dől, s ha STEIN az előbbi mégis fentartja, csakis arra támaszkodhatik, hogy felfogása szerint az embriók az ázalékállatkák ivaros szaporodásának termékei, s hogy az embriók egy kétségkívül az anyaázalékállatkához tartozó szervből, *acsírafészkek* (*Keimstock*, STEIN, *embryogène*, CLAPARÈDE et LACHMANN) értékével bíró magból fejlődnek.

BALBIANI, ki első vizsgálatai után a *Paramcium Bursariában* fejlődő acinetaszerű embriókat szintén a *Paramcium* valódi embrióinak tartotta, mint em-

lítő, vizsgálatai folyamatában csakhamar azon eredményre jutott, hogy a szóban forgó embriók kívülről vándorolnak be az ázalékállatkákba s teljesen azonosak a CLAPARÈDE és LACHMANN-tól *Sphaerophrya pusilla* elnevezés alatt leírt kis Acinetafélével.^{1*} Ezen Acinetafélének az ázalékállatkák acinetaszerű embrióival való teljes megegyezése már CLAPARÈDE-nek és LACHMANN-nak is feltűnt,² nem különben felötlött az is, hogy a társaságukban élő ázalékállatkákra kapaszkodnak s ezeket kiszívják; ezen észleletük magyarázására az «Études» szerzői hajlandók feltenni, hogy azok az Acinetafélék, a melyeket ők *Sphaerophrya pusilla* név alatt leírtak, nem egyebek, mint a velök együtt élő ázalékállatkák embriói; hogy az embriók saját szülőiket kiszívják, abban nem látnak semmi lehetetlenséget.³ BALBIANI észleletei egészen más képet tárnak fel:⁴ a *Sphaerophryák*, miután rászívták magukat valamely gazdájul szolgáló ázalékállatkára, benyomulnak a gazda belsejébe, ennek cuticuláját, mint egy visszafordított keztyűujjat, befelé türemlítve s zacskóvá tágítva. A gazdájuk belsejébe jutott *Sphaerophryák* nem egyebek, mint STEIN embrió-gömbjei, melyek a STEIN-től pontosan tanulmányozott módon szaporodnak, s melyeknek oszlási sarjai a betüremlített cuticula zacskó csöves részén, a szülőjáraton s a szülőnyíláson át, acinetaszerű embriók alakjában kinyomulnak.

BALBIANI felfogásának helyessége mellett nyomós érvként hozta fel azon észleletét, hogy az állítólagos

¹ Études. II. 385.

* A *Sphaerophrya pusilla*, úgy látszik, hogy csupán kisebb termetével különbözik a *Podophrya fixának* kocsánytalan alakjától («Les Sphaerophrya sont des Podophryes libres et non pédicellées.» CLAP. et LACHM. Ét. II. 385.), melybe STEIN is átmenni látta az acinetaszerű embriókat. Ezen két nem okvetetlenül egyesítendő s felfogásom szerint az egyesítésnél a prioritás kérdését figyelmen kívül kell hagyni s a *Podophrya fixa* elnevezést, minthogy — *lucus a non lucendo!* — teljességgel nem illik, ezen igen közönséges Acinetinafélére, mely se nem mindig kocsányos (tehát nem *Podophrya*!), se nem mindig rögzített (tehát nem *fixa*!), — egészen el kellene ejteni s helyette a *Sphaerophrya libera* elnevezést használni, mely faji név a *Podophrya fixa* kocsánytalan alakjának jelölésére már különben is használatban van. Feltéve, — s ez igen valószínű, — hogy a *Sphaerophrya pusilla* csakis kisebb termetével különbözik a *Sph. liberától*, ez esetben természetesen a két faj is egyesítendő lenne.

² Études. III. 106.

³ Ét. id. h.

⁴ V. ö. id. ért.

¹ ENG. id. ért. 17.

² Bemerkungen über STEIN's Acineten-Lehre. Mélanges biologiques tirés du Bullet. de l'Acad. de St. Petersburg. II. (1855) 263—72. V. ö. STEIN, Der Org. I. 48.

Der Org. id. h.

embriókat tartalmazó ázalékállatkák képesek másokat embrióikkal megfertőztetni; ö. u. i. a *Paramecium Aureliának* nagyobb számú embriókat nem tartalmazó példányaihoz néhány embriókat rejtő példányt adott s már négy nap múlva csaknem valamennyi *Parameciumot* embriókkal megfertőztetettnek talált.¹

BALBIANI-éval egyező felfogást nyilvánított CARTER is, anélkül azonban, hogy újabb bizonyítékokat hozott volna fel.²

Ugyanily értelemben nyilatkozott MECSNIKOV is, ki a *Sphaerophrya pusillának* a *Paramecium Aureliába* való benyomulását, szaporodását s oszlási sárgájának acinetaszerű embriók alakjában való kivándorlását szintén megfigyelte.³

STEIN mindezen észleletekkel szemben fenntartotta s tudományos tekintélyének egész súlyával védelmezte embrióelméletét,⁴ melyet BÜTSCHLI-nek⁵ s ENGELMANN-nak⁶ csaknem egyidejűleg közzétett újabb vizsgálatai végkép megegyeztek, BALBIANI felfogását ellenben diadalra emelték. ENGELMANN felszólalásának annál nagyobb súlyt kell tulajdonítanunk, mint-hogy, mint fentebb említők, épen ő volt az, ki korábbi vizsgálatai alapján STEIN felfogását oly határozottan támogatta.

BÜTSCHLI a *Stylonychia Mytilusnál*, *Paramecium Bursaria*- és *P. Aureliánál* szakadatlan észleleti sorozatok s fertőzési kísérletek alapján mutatta ki, hogy az állítólagos acinetaszerű embriók tényleg nem egyebek elősdi *Sphaerophryáknál*; a *Parameciumokra* nézve megerősítette továbbá BALBIANI azon állítását is, hogy az embriógömböket s embriókat rejtő tömlők a gazda betüremlyített cuticulájának felelnek meg.⁷

ENGELMANN szintén szakadatlan észleleti sorozatra támaszkodva mutatta ki, hogy a *Vorticella microstomának* tapogatók nélküli, peritrich embriói egyik *Vorticellából* a másikba vándorolnak, s e szerint az embrió-epidémia, mint valamely ragályos betegség, kölcsönös fertőzés útján terjed.⁸

¹ Note sur un eas de parasitisme etc. CR. T. 51. (1860) 319.

² Notes and corrections on the Org. of Infusoria. Ann. and mag. of. nat. hist. III. ser. VIII. (1861) 288. V. ö. BÜTSCHLI, Studien etc. 345.

³ Ueber die Gattung Sphaerophrya. AAP. (1864) 258.

⁴ Der Org. II. 50—55.

⁵ Studien etc. 343.

⁶ Ueber Entwickelung und Fortpflanzung von Infusorien. MJ. I. (1876) 584.

⁷ Id. m. 354.

⁸ Id. ért. 593.

STEIN, mint láttuk, azt állítja, hogy az embriógömbök a magból fejlődnek; evvel szemben ENGELMANN az eddigi észleleteket összeállítva, kimutatja, hogy azon esetek, melyekben embriógömbök jelenléte mellett a mag változatlan állapotban találtatott, nem csupán relative, hanem absolute is igen nagyszámúak; továbbá, hogy mindazon igen számos esetben, melyekben csak egyetlen embriógömb volt jelen, tehát oly állapotokban, melyek nagyobb valószínűséggel tarthatók igen koraiaknak, mint igen későieknek, a magok kivétel nélkül normálisaknak találtattak.¹

STEIN, mint említők, felteszi továbbá, hogy az embriógömbök az egybekelés alatt, vagy után szét-darabolódó mag részeiből, az általa csirágömböknek, BALBIANI-tól petéknek nevezett képletekből fejlődnek. Hogy ez nincs így, erről alkalmam leendő alább tüzetesen szólni.

Az embrióelmélet ellen szól továbbá azon körülmény, mire ENGELMANN előtt már BALBIANI figyelmeztetett a *Didinium nasutum* leírásánál,² hogy t. i. embrióképződés és oszlás már többször észleltetett egyidejűleg ugyanazon ázalékállatkánál. Ezt észlelte CLAPARÈDE és LACHMANN a *Stentor Roesei* két példányánál,³ STEIN két ízben a *Vorticella microstománál*,⁴ ENGELMANN ugyanennél⁵ s BALBIANI a *Didinium nasutumnál*.⁶ Ha tekintetbe vesszük, hogy két különböző szaporodási módnak egyidejűleg való véghezmenetele más szervezeteknél egészen ismeretlen s alig képzelhető: úgy ezen egy körülményt is nyomós érvek kell tartanunk az embrióelmélettel szemben.

Ezek ellenében a STEIN-től felhozott érvek közül csak három jöhet szóba: 1. a szülőnyílásnak állandó helye a *Stylonychia Mytilus* szájpereinek bal szegélye alatt; 2. azon tényállás, hogy az embriógömbök nem emésztetnek meg; 3. azon feltűnő körülmény, hogy az elősdi *Sphaerophryák*, melyek csillószőrözetüket tekintve különböző fajokhoz tartozóknak látszanak,* épen csak bizonyos fajokhoz tartozó ázalékállatkákat támadnak meg, míg más ezekkel együtt

¹ Id. ért. 588.

² Sur le Didinium nasutum, Stein. Archives de Zoologie expérimentale. Tome II. Nr. 3, Juillet (1873) p. 390.

³ Études. III. 190.

⁴ Der Org. II. 118.

⁵ Id. ért. 596.

⁶ Id. ért. id. h.

* A *Vorticellafélék* tapogatóknélküli peritrich «embriói» számára ENGELMANN az *Endosphaera* nemi nevet hozza ajánlatba (Id. ért. 601.).

élők s hozzájuk gyakran igen közel állók támadásaiktól egészen mentek.

A mi az elsőt illeti, ennek ENGELMANN a következő ép oly egyszerű, mint kielégítő magyarázatát adja: «A *Sphaerophrya* igen kicsiny és könnyű lény, mely rendesen csak passíve, még pedig igen könnyen hozatik mozgásba. Mihelyest egy *Stylonychia* közelébe jut, azon örvény, melyet ennek felette erős szájmelletti serteive előidéz, megragadja s a szájfelé tereli. Ha a szájon be nem sodortatik, tapogatói segítségével a szájerem zugában megkapaszkodhatik s a hátrafelé irányuló vízáram folytonos nyomása alatt kissé hátra felé szoríthat, hol azután a gazda testébe nyomul. Itt azután megmarad, a behatolási nyílás pedig ismét elzáródhatik. Előrelátható, hogy a *Stylonychia* testfala ezen helyen ennek megtörténte után is könnyebben lesz sérthető s ennek következtében a belülről neki nyomuló «embriók» itt könnyebben fogják keresztülfúrhatni, mint más pontokon. Megjegyzendő különben, hogy néhány esetben BALBIANI és én egynél több «szülőnyílást» találtunk s ezek között egyet, vagy többet a *Stylonychia* hátoldalán.»¹

A mi a másik ellenvetést, azaz azt illeti, hogy az embriógömböket a gazda meg nem emésztí, erre nézve legyen elég arra utalnunk, hogy bizonyos élősdli rovarálcákat s férgeket sem emésztzenek meg gazdáik, noha ezeknek gyomrában élnek: miért nem emésztí meg kérdehetők például a ló a *Gastrosalczák*, a sündisznó a *Physaloptera* clausát, vagy a menyét a *Distomum megastomum* s számos más állat a gyomrában tanyázó élősdieket? Az élősdli szervezeteknél általában annyi egyéb megoldásra váró biológiai rejtélylyel állunk szemben,* hogy a felhozott érvnek az élődség ellen szóló bizonyító erejét teljességgel kétségbe kell vonnunk. — Másrészt azonban, legalább a *Paramecium*oknál, igen egyszerűen magyarázhatjuk meg a meg nem emésztődés okát, ha tekintetbe vesszük, hogy ezeknél, BALBIANI és BÜTSCHLI szerint, a betolakodott *Sphaerophrya* a gazda cuticulájához tartozó zacskóba zárva s nem valószínűtlen, hogy az embriógömbök más ázalék-

állatkáknál is a gazda nem emésztő kéregplasmájához tartozó rétegbe vannak burkolva.

A harmadik ellenvetéssel szemben ismét felhozhatjuk, hogy más élősdiek is megválogatják gazdáikat, miért ne válogatná meg tehát az élősdli *Sphaerophrya* is? Annál is inkább lehetséges ez, mert, ENGELMANN szerint, a szabadon élő *Acinetafélék* is válogatósak zsákmányukban. De másrészt ugyanezen érvet az embrióelmélet ellen is felhozhatnók; mivel épen nem látható be, hogy miért szaporodnának némely szájjal bíró ázalékállatkák oszláson és külső sarjadzáson kívül belső embriók által is, míg legközelebbi rokonaikban embriók soha sem fejlődnek. Így pl. a *Stylonychia Mytilus*-nál igen gyakoriak az embriók, míg az ép oly közönséges *Stylonychia pustulata*- és *Histrion*-nál sem STEIN, sem más sohasem észlelte, hogy a mag szétdarabolódása következtében képződő csirágömbök embriógömbökké fejlődnének.¹

Mindezeket tekintetbe véve, az embrióelméletet a STEIN-től kifejtett alakban megezáfoltnak kell tekintenünk s az élődségi felfogással szemben csak még egy lehetőségre lehetne gondolni, arra t. i., hogy az «embriók» embriók is, élősdiek is. «Tényleg gondolható, — mondja ENGELMANN, — hogy először az általok lakott fajoknak embrióiként fejlődnek ki, az anya elhagyása után pedig egy más ugyanazon fajbeli egyénbe tolaikodnak, hogy ebben, mely e szerint valódi dajkának feladatát teljesítené, tovább nőjenek s ivartalan úton utódokat hozzanak létre. Ezek azután ismét új egyénekbe vándorolnának be s miután ezen folyamat többször ismétlődött, az utolsó nemzedék végre visszatérne az anyának alakjára.»²

Ezen felfogás, mely semmi ismert analógiára nem támaszkodhatik, a priori igen valószínűtlennek látszik s maga ENGELMANN is annak tartja; tekintetbe véve azonban azt, hogy a szájjal bíró ázalékállatkák és *Acinetafélék* közötti fejlődésbeli összefüggés lehetősége kizárva nincsen, absolute lehetetlennek mégsem mondható.

Meg kell itt még emlékeznem némely ázalékállatkának úgynevezett *monasszerű*, valamint a *Dicyema-félék* embrióiról.

Az előbbieket, mint már fentebb említettem, STEIN fedezte fel a *Vorticella microstoma*-nak betokozott egyénein,³ s velök egészen megegyezőknek

¹ Id. ért. 599.

* Például, — hogy mást ne hozok fel, — mily módon lélekzenek a ló gyomrában és belében élő *Gastrosalczák*? vagy, mi annak az oka, hogy a Tritonok húgyhólyagjában élő *Trichadina Pediculus*ok nem öli meg a húgy, holott ugyanazon Triton külső bőrén élő s ugyanazon fajhoz tartozó *Trichodinák* egyetlen csepp húgy halálos mérge?

¹ Der Org. II. 86.

² Id. ért. 602.

Dio Infus. 194. 203.

fejlődését észlelte CIENKOWSKI a *Nassula ambiguā*-nak szintén betokozott egyéneiben,¹ később pedig ismét STEIN a *Stylonychia pustulata* tokjaiban.² A betokozott ázalékállatkák plasmájában néhány gömbölyűded vagy körtealakú tömlő képződik, melyek egy felületükből kisarjadzó palaczknyakalakú nyúlvánnyal áttörik az ázalékállatka tokját, hogy a belsejükben fejlődött apró, vesealakú, ostoros rajzókat kibocsássák, melyek széttrajzásuk előtt rövid ideig, mint bizonyos Saprolegniák rajzói, szintelen, nyálkás gömbbe vannak zárva. COHN már 1857-ben figyelmeztetett arra, mennyire megegyeznek ezen képződmények a moszatsejtekben élő *Chytridium endogenum*-mal,³ s később STEIN maga is azon, bizonyára helyes felfogáshoz csatlakozott, hogy a monasszerű embriók voltaképpen élősdiék.⁴

A mi pedig a Kephelopodok veséiben (viesszéi függelékeiben) élő *Dicyemaféléket* illeti, az ezeknek belsejében képződő embriók, csakugyan valódi embriók, csak hogy ezen szervezetek, mint VAN BENEDEN EDUARD-nak vizsgálatai bizonyítják⁵ sejtekből összetett szervezetek s eszerint nem tartozhatnak az Opalinafélékhez s általában az ázalékállatkákhoz, melyekhez CLAPARÈDE és LACHMANN⁶ sorolta.

B) Conjugatio.

A csillósörös ázalékállatkák egybekelésének (Conjugatio, Zygosis) lefolyása, lényege és jelentősége.

Mindjárt e munka elején volt alkalmam megemlíteni, hogy már a láthatatlan világ felfedezője, LEEUWENHOEK is észlelt párosával egyesült ázalékállatkákat, melyekről feltette, hogy közösülésre (coitus) keltek össze; ugyanily magyarázatot adtak a hosszában egyesülve talált ázalékállatkáknak JOBLOT, BAKER és GLEICHEN, míg más bűvárok ezen párokban oszló egyéneket véltek felismerhetni. MÜLLER O. FR. végre leghatározottabban állította, hogy a *Paramecium Aureliánál* oszláson kívül valóságos egybekelés, párosodás («vera copula») van.

EHRENBERG, DUJARDIN s kortársaik az egybekelésre vonatkozó régiebb adatokat mind téveseknek állították s a legújabb időig makacsul tartotta magát azon felfogás, hogy az ázalékállatkák haránt- és hosszirányú oszlás útján szaporodnak, s hogy e hossz- tengelyük irányában egymást megfokvó párok nem egybekelés, hanem oszlás alatt állanak. STEIN ugyan már 1849-ben felfedezte a *Podophrya fixa* egybekelését,¹ CLAPARÈDE és LACHMANN pedig kimutatta az egygyeolvadással végződő egybekelés gyakori előfordulását a *Podophrya Pyrum*-, *P. quadripartita*- és *Acincta mystacinánál*,² valamint a *Vorticella microstoma*-, *Carchesium polypinum*- és *Epistylis brevipernél*;³ mindez azonban egyelőre befolyás nélkül maradt a hosszirányú oszlási folyamatról szóló felfogás megváltoztatására.

BALBIANI-t illeti azon nagy érdem, hogy kimutatta, hogy azon folyamat, melyet oly hosszú ideig általában hosszirányú oszlásnak magyaráztak, voltaképpen egybekelésnek felel meg, s hogy az egybekelés a csillósörös ázalékállatkák életében eddigelé nem is gyanított fontos szerepet játszik.⁴

STEIN egy ideig még habozott BALBIANI felfogásához csatlakozni s monografiájának első részében BALBIANI tanával szemben még hosszirányú oszlásnak tartja a szóban forgó folyamatot;⁵ további vizsgálatok alapján azonban csakhamar megváltoztatta felfogását⁶ s BALBIANI tanát, amennyiben az a hosszirányú oszlásnak tartott folyamatot egybekelésnek tekinti, határozottan magáévá tette. Ezenkívül STEIN csak abban egyezik meg BALBIANI-val, hogy szerinte is az ivaros szaporodásnak egy neme egybekeléssel veszi kezdetét, s hogy a magban és magocskában ő is női és hím ivarmirigyet lát; egybekelésben, nevezetesen az egybekelt ázalékállatkák mag-

¹ Die Infus. 147.

² Études, III. 123—129.

³ LACHMANN, Ueber die Organisation der Infusorien. AAP. (1856) 396. — Études, III. 229—233.

⁴ Sur l'existence d'une génération sexuelle chez les Infusoires. CR. Tom 46. 628. — Recherches sur les organes générateurs et la reproduction des Infusoires dites polygastriques. CR. Tome 47. 383. — Továbbá főmunkája, Recherches sur les phénomènes sexuels des Infusoires. Extr. du Journ. du la Physiologie. Nos de Janvier à Octobre 1861.

⁵ Der Org. I. 99.

⁶ V. ö. ENGELMANN, Zur Naturgesch. der Infus. ZWZ. XI. (1861) Sep. 2, megj. a. — Továbbá: STEIN, Ueber die Hauptergebnisse der neueren Infusorienforschungen, Wien (1863) 22. — Végre, Der Org. II. 68.

¹ Ueber Cystenbildung der Infusorien. ZWZ. VI. (1855) 303.

² Der Org. I. 165.

³ Ueber Fortpflanzung von Nassula elegans. ZWZ. IX. (1857) 145.

⁴ Der Org. I. 105.

⁵ Recherches sur les Dicyemides, survivants actuels d'un embranchement des Mésozoaires. Bullet. de l'Acad. royale de Belgique. 1876.

⁶ Études. III. 201.

képleteinek az egybekelés tartama s befejezte után véghez menő változásait illetőleg BALBIANI-tól lényegesen eltér, — lényegesen eltér továbbá a legfontosabb pontban, abban tudniillik, hogy az egybekelés megindította ivaros szaporodás mily eredményre vezet; mert míg BALBIANI szerint a magocskában képződő ondószálacsoktól megtermékenyített magrészletek *peték* alakjában ürítettnek ki, addig STEIN szerint maga a mag termékenyített meg, a mag részleteiből pedig a már említett *csiragömbök* képződnek, melyek *embriógömbökké* válva, oszlás útján azon *embriókat* hozzák létre, melyekkel az előbbi fejezetben részletesen foglalkoztunk.

CLAPARÈDE az «Études» harmadik részéhez 1860. írt függelékben¹ szintén megerősíti BALBIANI azon felfedezésének helyességét, hogy a hosszában egyesült ázalékállatkák nem oszlanak, hanem egybekeltek.

Más bűvároknak, első sorban ENGELMANN-nak² KÖLLIKER-nek,³ továbbá BÜTSCHLI-nek,⁴ valamint ENGELMANN-nak újabb vizsgálatai⁵ a csillószőrös ázalék állatkák egybekelésének létezését minden kétség fölé emelték. Az utóbb idézett két bűvárnak nagyszabású vizsgálatai továbbá kimutatták azt is, hogy amaz, a szakbűvárok körén túl is nem mindennapi szenzációt keltő felfedezés, hogy az ázalékállatkáknál az ivartalan szaporodáson kívül valószínűs ivaros szaporodás is van, mely az egybekeléssel, a közösülés egy nemével veszi kezdetét, s melynél here és petefészkek, ondószálacsok és peték, illetőleg embriók szerepelnek: helyes s részben igen pontos vizsgálatoknak helytelen értelmezésén alapszik — a mi természetesen csakis az úttörő vizsgálatoknak újabb s teljesen elfogulatlan bűvárlatok útján való ellenőrzése s különböző irányból való megvilágítása által vált lehetségessé.

A csillószőrös ázalékállatkák egybekelésének ismerete minden részleteiben teljesen kielégítőnek mai nap sem mondható; annyi azonban bizonyos, hogy sem a BALBIANI-, sem a STEIN-től kifejtett ivaros

szaporodásra, sem peték, sem embriók fejlődésére nem vezet.

A tárgyalásnak és áttekinthetőség könnyítésére ezelszerűnek tartom az előadandókat több fejezetre osztani.

Az egybekelés módjai, az egybekelt párokon létrejövő külső változások, az egybekelés időtartama.

Az egybekelés rendszeren két egyén között történik, csak kivételesen észleltetett három egyén egybekelve; három egybekelt (felfogása szerint hosszirányban egyidejűleg három egyénre oszló) *Paramecium Bursariáról* COHN,¹ valamint ENGELMANN² három, sőt még több egybekelt *Vorticella microstomáról* CLAPARÈDE és LACHMANN,³ hármásával egybekelt *Paramecium Aureliáról* s *Amphileptusokról* végre STEIN tett említést.⁴

Az egybekelés módjára, az egybekelt párok egymás irányában való helyzetére legnagyobb befolyással van a szájak helye s környezetének szerkezete.⁵ A szájnélkül ázalékállatkák egybekelése STEIN, valamint CLAPARÈDE és LACHMANN vizsgálatai után csak néhány Acinetafélénél (*Podophrya fixa*, *P. Pyrum*, *P. quadripartita*, *Acineta mystacina*, *A. Lemnarum*, *A. Phrygancarum*) ismeretes, melyeknél az egybekelés, — annak megfelelőleg, hogy szájuk nincsen, — a testfelület különböző pontjával történhetik: majd oldalhelyzetben fekszik meg egymást, mi közben a két egyén hossz tengelye párhuzamosan áll, majd ismét oly módon, hogy hossz tengelyeik egymást hegyes szög alatt szelik, majd végre testük tetőpontjával (Scheitel) kelnek egybe.

A szájjal bíró ázalékállatkáknál STEIN háromféle egybekelési módot különböztet meg: *szájevégi*, *hasi* és *oldali egybekelést* (terminale, ventrale, laterale Conjugation).⁶

Szájevégi egybekelés jellemzi mindazon ázalékállatkákat, melyeknek szája testük melső végén van, mint például a *Didinium*, *Mesodinium*, *Enchelys*, *Enchelyodon*, *Phialina*, *Lacrymaria*, *Holophrya*, *Coleps*-nemeknél. Ezen ázalékállatkák mintegy szájjal szájra szívják rá magukat s ennek következtében

¹ 264.

² Zur Naturgesch. d. Infus. ZWZ. XI. (1861) 347.

³ Icones histiologicæ. I. Abth. (1864) 17.

⁴ Einiges über Infusorien. AMA. IX. (1873) 657. — Vorläufige Mittheilung einiger Resultate von Studien über die Conjugation der Infusorien und die Zelltheilung. ZWZ. XXV. (1875) 426. — Továbbá: Studien über etc. Abh. d. Senckenberg. Naturf. Gesellsch. X. (1876) 262—452.

⁵ Ueber Entwicklung und Fortpflanzung von Infusorien. MJ. I. (1876) 582—634.

¹ Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Inf. ZWZ. III. (1851) 271.

² Zur Naturgesch. ZWZ. XI. (1861) Sep. p. 2.

³ Études, III. 230.

⁴ Der Org. II. 76.

⁵ STEIN, Der Org. II. 67.

⁶ Der Org. II. 68.

egybekelésük alatt táplálékot nem vehetnek fel, testük belseje pedig egymással nyílt közlekedésben áll. Minthogy az ily módon egybekelt egyének rendszeren egyenes vonalban fekszenek egymás mögött, a *syzygia** első pillanatra könnyen összetéveszthető előrehaladt stadiumon levő harántirányú oszlással.

Az oldalt álló szájjal bíró ázalékállatkáknak egybekelése majd hasi, majd oldali; megjegyzendő azonban, hogy közel rokon ázalékállatkák, mint pl. az *Euplotes*- és *Oxytrichafélék* lényegesen különböző módon kelhetnek egybe, sőt a *syzygia* ugyanazon fajhoz tartozó ázalékállatkáknál sem mindig egyenlő.

A hasi egybekelésnél a párok hasi oldalukkal simulnak egymáshoz; az egybekelés későbbi stadiumán azonban nem fekszik meg egymást egészen, hanem csak mellső testvégükkel, míg a hátsók szabadok maradnak s többé-kevésbé elállanak. Az összenövés is csupán a szájpere, közvetlen érintkező külső részén jő létre, úgy hogy a szájhoz még mindig vezet egy szűk rés. Ilyenek a *syzygiák* a *Styloplotes*-nél s a *Parameciumok*-nál. A jól kifejezett peremkoszorúval bíró *Heterotrich*-ek a peremmezükkel kelnek egybe, mely kisebb-nagyobb területen összeolvad, míg a két egyén testének szabadon maradó része többé-kevésbé eláll. Az *Euplotesfélék* hasi oldaluk mellső, bal szélének egy kis területén tolják magukat egymásra s csak ezen területen nőnek össze, testük többi része egészen szabadon marad. Számos szájperelemmel nem bíró holotrich ázalékállatka szintén a hasoldal mellső részének csupán egy kis oldali területével kel egybe. Az *Amphileptus* és *Trachelius*-nemek orrmányszerűleg megnyúlt mellső testvégük hasoldalának egész hosszában egyesülnek.

Az oldali egybekelésnél a párok egyszerűen egymás mellé fekszenek s mellső testvégüknek érintkező, a helyzetnél fogva természetesen különmemű (jobb és bal) széleivel egyesülnek. E mellett gyakori azon eset, hogy az egyik egyén mellső testszélével a másiké alá csúszik s az egyik hátoldalának jobb, a másik pedig hasoldalának bal szélével egyesül párjával. Az egyesülés megtörténtével azután az egyik egyén teste többé-kevésbé a másik alá csúszhatik, úgy hogy a hasoldalával egyesült a hátoldalával egyesültön mintegy nyargal; vagy pedig másodlagosan lassal egymásra is borúlhatnak, akként t. i., hogy a két egyén

hossztengelye irányában egymásfelé fordul s a *syzygia* ez esetben könnyen hasinak volna tartható. A *syzygiának* ezen módja jellemzi a lapított testű ázalékállatkákat, nevezetesen a *Chlamyodontokat*, a *Lionotus*-nemet, az *Aspidisca*- és *Oxytrichaféléket*.

A *Vorticellaféléknél* az egybekelésnek két egymástól különböző módja ismeretes, t. i. oldali és rügyszerű egybekelés.

Az előbbi egybekelési módot CLAPARÈDE és LACHMANN fedezte fel a *Vorticella microstoma*-, *Carchesium polypinum*- és *Epistylis crassicollis*-nél¹ s előfordulását megerősítette STEIN a *Vorticella microstoma*- és *V. Campanulánál*,² BÜTSCHLI pedig a *V. nebuliferánál*.³ CLAPARÈDE és LACHMANN csupán kocsányokon ülő *Vorticellaféléknél* észlelte az egybekelés ezen módját, melynél két, a *V. microstománál* néha három egyén oldalával lép egybekelésre, erre a *syzygiában* levő egyének, vagy mint az idézett bűvárok nevezik, a *zygozoitok*, hátsó csillószörkoszorút növesztve, leválnak kocsányaikról s rajzásnak indulnak, mely alatt egyetlen nagy egyénné nőnek össze s később ismét letelepednek. STEIN ugyanezen teljes egygyéolvadással végződő egybekelési folyamatot a *Vorticella Campanulának* csupán hátsó csillószörkoszorúval szabadon rajzó egyénein észlelte.

Sokkal gyakoribb a *Vorticellaféléknél* az egybekelésnek egy másik módja, melyet STEIN fedezett fel s *rügyszerű egybekelésnek* (knospenförmige Conjugation)⁴ nevezett. Ezen egybekelési mód ismeretét STEIN-en kívül, ki azt igen nagyszámú *Vorticellaféléknél* észlelte, GREEFF,⁵ EVERTS,⁶ BALBIANI,⁷ BÜTSCHLI⁸ és ENGELMANN⁹ vizsgálatainak köszönjük.

Említettem már a csillószörös ázalékállatkák sarjadzás útján történő szaporodásának tárgyalásánál STEIN-nek azon fontos felfedezését, hogy azon kis sarjadékszerű egyének, melyeket a *Vorticellafélék* testének alapi részén, vagy oldalán igen gyakran lehet észlelni, s melyeket SPALLANZANI-tól kezdve valódi

¹ LACHMANN, Ueber die Organisation etc. AAP. (1856) 396. — Études, III. 229—233.

² Der Org. II. 73. 112.

³ Studien. 451.

⁴ Der Org. II. 73.

⁵ Untersuch. üb. die Naturgesch. d. Vorticellen. AN. 37. Jahrg. I. (1871) 206.

⁶ Untersuch. an Vort. nebulifera ZWZ. XXIII. (1873) 608.

⁷ Sur la génération sexuelle des Vorticelliens. CR. Tome 81. (1875) 676.

⁸ Studien. 338. 445.

⁹ Ueber Entwicklung etc. MJ. I. (1876) 621.

* *Syzygia* kifejezéssel az egybekelt párokat jelöljük, tekintet nélkül arra, vajjon elválnak-e később az egyesült egyének, vagy pedig utóbb teljesen egygyéolvadnak.

sarjaknak tekintettek, voltaképen a nagyobb egyénnel egybekelésben vannak. A rügyszerű egybekelésnél ugyanis mindig egy kisebb egyén, *mikrogonidium*, (*Kleinsprössling*, *Mikrogonidie*, STEIN),¹ mely hátsó csillószörkoszorúja segítségével rajzik, keres fel egy kocsányán ülő nagyobb egyént, *makrogonidiumot*,² hogy a csillószörkoszorút viselő test végével magát annak oldalára, többnyire e test közepe táján, vagy ez alatt, ritkán e felett, mintegy ráoltsa s vele végre egygyéolvadjon, vagy helyesebben, amabba beleolvadjon. Azon változásokról, melyek a rügyszerű egybekelésben levő egyének magképletein észlelhetők, alább fogok szólni s itt csak annyit akarok megemlíteni, hogy a mikrogonidium vagy egészen beleolvad a kocsányos egyénbe, vagy pedig üres, töpörödött, ránczos, vagy tüskés kinövésekkel borított cuticulája visszamarad s végre levettetik.

A rügyszerű egybekelésnél rendszeren csak egyetlen mikrogonidium oltja magát rá a makrogonidiumra, csak az *Opercularia articulatanál* tesz STEIN említést két, egész hat, ráoltott mikrogonidiumról, melyek egészen szabálytalanul voltak a kocsányon ülő *Opercularia* felületén szétszórva.³ Én magam nem ritkán észleltem az *Epistylis branchiophilán* két ráoltott mikrogonidiumot, melyek közül az egyik a test közepe táján, a másik a harangperemén, vagy közvetlenül ez alatt foglalt helyet.

STEIN, GREEFF és ENGELMANN vizsgálatai útján tudjuk, hogy a telepeket képező Vorticellaféléknél, nevezetesen a *Zoothamnion*, *Carchesium* és *Epistylis*-nemnél, a mikrogonidiumokat külön egyének szolgáltatják, melyek gyorsan ismétlődő oszlás útján 4—8 apró egyénből álló csinos bokrétákká változnak, melyeknek hátsó csillószörkoszorút nyert apró egyénei a bokréta szétbomlása után mint mikrogonidiumok szétrajzanak.

Az *Epistylis plicatilis*-nél ENGELMANN azon érdekes megfigyelést tette,⁴ hogy a mikrogonidium képződés nem egyidejűleg megy véghez ugyanazon telep valamennyi ágrendszerén, hanem mindig az egyik oldalról kiindulóan terjed el lassankint a többi részekre. Ennek megfelelőleg azután a rügyszerű egybekelésnek további jelenségei is különböző időben folynak le ugyanazon fácskának különböző ágterületein. A mikrogonidiumoknak állandóan négy egyénből álló

bokrétái mindig egy vagy több testhosszal alább vannak elhelyezve, tehát rövidebb ágakon ülnek, mint a makrogonidiumok. Az ugyanazon telepen egymás után képződő mikrogonidiumok összes száma ugyanazon telep makrogonidiumainak számát eléri, sőt túl is haladja. A mikrogonidiumok, melyek csak mintegy $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ óráig rajzanak, csak olyan makrogonidiumokra látszottak rögzítődni, melyek alatt mélyebben fekvő ágakon mikrogonidiumok már képződtek, vagy képződésben vannak, s egészen megvetni látszanak mind az ugyanazon, mind más telepeknek mindazon egyéneit, melyek csokrokká fejlődő oszlási sarjakat még nem szolgáltatnak.

A szintén telepeket képező *Opercularia*-nemnél a mikrogonidiumok képződése, amennyiben ezt STEIN-nek az *Opercularia infusionumon* tett vizsgálatai után ismerjük,¹ — másképen történik, mint a *Zoothamnion*, *Carchesium* és *Epistylis*-nemnél. Az *Opercularia infusionum*-nak igen vékony kocsányú s csak kevés számú egyénből álló telepei között többször talált STEIN olyanokat, melyeknek csupán két, egymástól elálló kocsányágának egyikén egy rendes nagyságú s megnyúlt egyén, a másikon pedig egy megrövidült, oszlásra készülő egyén, vagy e helyett már két oszlási sarjadék ült, melyek csak felényi nagyságúak voltak, mint a másik ágon ülő egyenlő korú társuk. Talált továbbá oly telepeket is, melyeknek kis oszlási sarjai ismét megoszlottak, úgy hogy az egész telep egyetlen nagy s négy igen kicsiny, de külön-külön kocsányon ülő egyénből állott, mely utóbbiak hátsó csillószörkoszorúval voltak ellátva s kétségkívül rügyszerű egybekelésre szolgáló mikrogonidiumoknak feleltek meg.

A *Vorticella*-nemnél bokrétaképződés szintén nem fordul elő, hanem nyilván azon kisebb egyének szolgáltatják a mikrogonidiumokat, melyek, úgy mint az *Opercularia*-nál, oly módon jönnek létre, hogy egyes egyének gyorsan egymásután oszlanak, minek következtében utódaik egyre kisebbednek; én legalább a *Vorticella microstoma*- és *V. nebuliferánál* a rügyszerű egybekelés ideje alatt mindig találtam a rendes nagyságúaknál jóval kisebb egyéneket, melyeknek oszlási sarjai kétségkívül mikrogonidiumokat szolgáltatnak.

ENGELMANN továbbá, mint már fentebb előadtam, a *Vorticella microstománál* valóságos sarjadzást is észlelt s közvetlenül sikerült megfigyelnie, hogy a

¹ Der Org. II. 137.

² ENGELMANN, id. ért. 632.

³ Der Org. II. 126.

⁴ Ueber Entwicklung etc. MJ. I. (1876) 625.

¹ Der Org. II. 126.

sarjadzás által keletkezett kisebb egyének rügyszerű egybekelésre szolgáló mikrogonidiumoknak felelnek meg.¹ Hogy azonban ez nem lehet a Vorticellák mikrogonidium-képződésének egyedüli módja, hanem, hogy a mikrogonidiumok egyszerű oszlás útján is fejlődhetnek, e mellett szól azon körülmény, hogy a sarjadzás a Vorticelláknál ENGELMANN szerint is csak igen ritkán fordul elő.

Hogy a *Vaginicolák*, *Cothurniák* s *Lagenophrysek* kis oszlási sarjai, melyekről már fentebb megemlékeztünk, szintén csak rügyszerű egybekelésre szolgálhatnak, ez azok után, miket a Vorticellafélék mikrogonidiumairól tudunk, alig szenvedhet kétséget és STEIN-nek csakugyan sikerült is a *Vaginicola crystallinánál* és *Lagenophrys Ampullánál* a rügyszerű egybekelést közvetlenül megfigyelnie.²

A mi az egybekelt pároknak összefüggését illeti, erre nézve BALBIANI, — ki az ázalékállatkáknál külön ivarnyílást, sőt a *Paramecium Aureliánál* még ivarjáratokat is különböztet meg, melyek a száj előtt egy közös nyílásba egyesülnek,³ azt tartja, hogy csupán valamely ragadós váladék által vannak mintegy egymáshoz forrasztva.⁴ — A BALBIANI-tól leírt külön ivarnyílások s járatok azonban — mint STEIN kimutatta,⁵ — bizonyára nincsenek meg, s valamennyi többi bűvár egyetért abban, hogy az ázalékállatkák az egybekelés alatt kisebb-nagyobb területen közvetlenül összenőnek s ennél fogva a szygyia két egyének belseje nyílt közlekedésben áll. A hasi és oldali egybekelésnél a párok kéregrétege az egybekelés területén resorptiót szenved, míg a szájvéggel egybekelő ázalékállatkák testbelseje minden resorptió nélkül közvetlenül közlekedhetik.

ENGELMANN⁶ és STEIN⁷ több ázalékállatkán, nevezetesen az *Euplotes*- és *Oxytrichaféléken* az egybekelés alatt a szájperecsnek visszafejlődését s újraképződését, továbbá a serterendszernak részben vagy egészben való megújulását észlelte; a megújulási folyamat addig fokozódhatik, hogy e szygyia keretén belül két egészen új, az egybekelteknél zömökebb testű ifjú egyén képződik. BÜTSCHLI szerint a *Colpidium Colpoda* és *Bursaria truncatella* egybekelt

egyénein a szájperecs, sőt a száj is teljesen visszafejlődik¹ s az egybekelés befejeztével kétségkívül újra képződik. — Igen valószínű, hogy a csillósörözetnek s szájperecsnek megújulása nem szorítkozik csupán az említett ázalékállatkákra, csakhogy a megújulás nem valamennyinél oly feltűnő, mint az épen említetteknek.

Az egybekelés az ázalékállatkák egy részénél teljes egygyéolvadással (*copulatio*) végződik, azaz: két egyének testéből egy új egyén építi magát fel. Ilyen egygyéolvas ismeretes CLAPARÈDE és LACHMANN,² továbbá STEIN³ vizsgálatai után az *Acinetaféléknél*; a *Vorticellaféléknél* mind oldali, mind rügyszerű egybekelése szintén teljes egygyéolvasra vezet, s már itt megemlíthetjük, hogy CLAPARÈDE és LACHMANN, valamint STEIN szerint is az egygyéolvadt *Acinetaféléknél* magja is egyetlen testbe nő össze; ugyanezt állítja BÜTSCHLI az oldalilag összeolvadó *Vorticella nebulifera* magjáról.⁴ Ezeken kívül valószínű és teljes egygyéolvas néhány oly ázalékállatkánál is észleltetett, melyek rendesen csak ideiglenesen szoktak egybekelni; nevezetesen, ezt észlelte ENGELMANN a *Stylonychia Mytilus*-, *St. pustulata*- és *St. Histriónál*,⁵ STEIN pedig ugyancsak a *Stylonychia Mytilusnál*.⁶ Ezen teljes egygyéolvadásnál, mint az *Acineta*- és *Vorticellaféléknél*, szintén összeolvadnak egymással a magok is, s a két egyénből egy egészen új egyén képződik, mely ENGELMANN szerint az egygyéolvas befejeztével, 6—10 óra múlva, harántirányú oszlás útján szaporodásnak indul. — További vizsgálatok hivatják azt eldönteni, vajon a teljes egygyéolvas más ázalékállatkáknál, melyeknél eddigelé csak egybekelés észleltetett, előfordul-e, a mi a priori épen nem látszik valószínűtlenné.

Az ázalékállatkák egybekelésének időtartama BALBIANI szerint 24 óra és 5—6 nap között változik,⁷ mire STEIN megjegyzi, hogy BALBIANI-ra bízva az ezen állításért való felelősséget, minthogy ő semmi támaszpontot sem talál az egybekelés időtartamának meghatározására;⁸ BÜTSCHLI-nek ellenben gondosan elkülönített párokon szintén sikerült az egybekelés

¹ Ueber Entwicklung. MJ. I. (1876) 582.

² Der Org. II. 128.

³ Recherches, 61.

⁴ Recherches, 60.

⁵ Der Org. II. 74.

⁶ Zur Naturg. ZWZ. XI. (1861) 5.

⁷ Der Org. II. 70.

¹ Studien. 313. 321.

² Études. III. 123—129.

³ Der Org. II. 68.

⁴ Studien. 451.

⁵ Zur Naturgesch. ZWZ. XI. (1861) Sep. p. 8, 20.

⁶ Der Org. II. 70.

⁷ Recherches 65.

⁸ Der Org. II. 77.

időtartamát meghatározni,¹ oly hosszúnak azonban a *Paramecium*oknál sem találta, mint BALBIANI, ki 5—6 napra teszi, míg BÜTSCHLI vizsgálatai szerint már 24—48 óra múlva elválnak egymástól az egybekelt párok.²

Ha az egybekelt párok csak kis területen voltak összenőve, igen egyszerűen létesül a szétválás, s mint STEIN mondja,³ ugyanazon menetet követi, mint az egyszerű kettéoszlás. Ha ellenben az összenövés nagyobb területre terjed, ha, mint pl. az *Oxytrichafélék*-nél, egész testrészek elnyomattak, bonyolódottabbá lesz a szétválás s ez esetben, mint már említettük, a szyzygia keretén belül két kisebb egyén indul fejlődésnek, mely szervezetét az egybekelt egyének testállományából egészen újra építi fel.

Az egybekelés alatt és után létrejövő belső változások.

Mielőtt még BALBIANI az ázalékállatkák ivaros szaporodásáról szóló szenzációs tanát közzé tette volna, általános érdekeltséget keltettek MÜLLER JÁNOS-nak s tanítványainak, CLAPARÈDE és LACHMANN-nak, valamint LIEBERKÜHN-nek csaknem egyidejűleg, de egymástól függetlenül tett észleletei, melyek azt engedték sejtetni, hogy az ázalékállatokban bizonyos időben *ondószálacsák* képződnek.⁴ — Ezen résznél saját maga, résznél tanítványaitól tett felfedezésről MÜLLER JÁNOS 1856-ban július 10-én tett jelentést a berlini Akadémia ülésén.⁵ Ő maga a *Paramecium Aureliának*, CLAPARÈDE és LACHMANN a *Chilodon Cucullusnak* erősen megnagyobbodott magját résznél egyenes, hegyesen végződő pálczikákkal, résznél hullámzatos fürtöket képező fonalakkal találta tele; LIEBERKÜHN pedig ugyanily hullámzatos fonalgomolyt észlelt egy a *Kolpoda Renhez* közel álló ázalékállatkának magocskájában.

1857 tavaszán CLAPARÈDE és LACHMANN a párisi Akadémia nagy díjáért pályázó, két évvel előbb benyújtott nagy munkájuk kiegészítésére egy rajzokkal ellátott függelékkel küldötték be,⁶ melyben a *Paramecium Aureliának* nem csupán magjában, hanem

egyszersmind magocskájában is észlelt mozdulatlan pálczikákat, a *Stentor polymorphusnak* pedig egy külön üreben foglalt finom hullámzatos s élénken mozgó fonálpamatait írják le.

MÜLLER JÁNOS ismert óvatosságával s tartózkodásával nyilatkozott ugyan mindezen észleletekről, mindemellett azonban, — mint STEIN megjegyzi,¹ — egész előadásából világosan kitűnik, hogy nagy értéket tulajdonít nekik, s hogy a magban és magocskában észlelt pálczika- és fonálalakú képletekben az illető ázalékállatkák ondószálacsákait sejtette.

Teljesen egyre megy — folytatja továbbá STEIN — vajjon a szóban forgó képletek valóban ondószálacsák voltak-e, vagy nem; annyi bizonyos, hogy Németországban azoknak tartották, s hogy az illetékes körök ezek után nem kételkedtek többé az ázalékállatkák ivaros szaporodásában s a német természettudósoknak 1856 szeptemberében Bécsben tartott gyűlésén a berlini búvárok csak imént közölt felfedezése élénk megbeszélés tárgyát képezte s egyhangúlag a fentebbi értelemben magyaráztattott. — Hogy továbbá MÜLLER JÁNOS és tanítványai észleleteiben mások is az ázalékállatkák ivaros szaporodásának felfedezését üdvözlötték, ez világosan kitűnik LEYDIG-nek 1857-ben megjelent szövettani kézikönyvéből,² melyben arra utal, hogy a pálczika- és fonálalakú testecskék felfedezése esetleg megerősíti EHRENBERG azon felfogását, hogy az ázalékállatkák magja herónak felel meg.

Ezen előzmények után a szakköröket nem lepette meg egészen váratlanul BALBIANI-nak az ázalékállatkák ivaros szaporodását hirdető tana, melyet 1858-ban közölt először a párisi Akadémiával,³ s az ázalékállatkák ivarszerveinek az oszlás alatti magtartását tárgyaló dolgozat közlése után⁴ egy terjedelmesebb értekezésben fejtett ki,⁵ mely elé emelkedett hangulattal írta OVIDIUS hangzatos szavait: „*Et nunc historia est, quod ratio ante fuit.*”

¹ Der Org. II. 41.

² Lehrb. der Histologie. 538.

³ Sur l'existence d'une génération sexuelle chez les Infusoires. CR. Tome 46. (1858) 628. — Recherches sur les organes générateurs et la reproduction des Infusoires dites polygastriques. CR. Tome 47. (1858) 383.

⁴ Du rôle des organes générateurs dans la division spontanée des Infusoires ciliés. Journ. de la Physiologie. Tome III. Nr. IX. (1860) 71.

⁵ Recherches sur les phénomènes sexuels des Infusoires. Extr. du Journ. de la Physiologie Nos de Janvier à Octobre (1861) 1—130.

¹ Studien. 273.

² Studien. 290.

³ Der Org. 77.

⁴ V. ö. CLAP. et LACHM. Études. III. 258. — STEIN, Der Org. I. 52, 96.

⁵ Monatsber. d. Akad. d. wiss. zu Berlin. (10 Juli, 1856) 390. V. ö. BALBIANI, Recherches 10.

⁶ Ét. III. 258.

BALBIANI vizsgálatainak eredményeit maga a következő tizenkét pontban foglalta össze ¹:

1. Az ázalékállatkák nem képeznek kivételt azon általános törvény alól, mely a szerves lények szaporodását igazgatja.

2. Ezen állatkák valóságos himnősek, mindemeltt mindig két egyén szükséges a termékenyítésre, mely alatt egyszerre és kölcsönösen mint hímek és nőtények szerepelnek.

3. Semmiféle közösülő szerveik nincsenek; közösülésnél egymásra alkalmazzák hasoldaluk szájelötti táját, azon tájat, melyen többeknél meg lehet különböztetni a külső ivarnyilást.

4. Közösülési folyamatnak az felel meg, a mit általánosan hosszirányú oszlásnak tartanak (kivételt e tekintetben egyedül a Vorticellafélék képeznek).

5. A szaporodás szervei azon testek, melyek *nucleus* és *nucleolus* elnevezés alatt ismeretesek; az előbbi a női, az utóbbi a hím ivarszerv.

6. Ezen szervek mindegyike egyszerű sejt alakjában lép fel (hím és női elsődleges pete), mely meg-nagyobbodván, ismétlődő harántirányú oszlás útján más hasonló szerveket, vagy sejteket hoz létre, melyek *petékké* változnak, vagy pedig *ondószálacs-kákat* hoznak létre.

7. Az elsődleges ivarszervek, kifejlődésüket tekintve, teljes analógiát mutatnak.

8. A pete alapjában ugyanazon összetételű, mint más állatoknál; az ondószálacs-kák fonálalakúak, (legalább pamatjaikban) mozdulatlanok s azon szemcsék rovására fejlődnek, melyek a hím sejtállományát képezik.

9. Termékenyítés után a peték lerakottnak s a szabadban indulnak fejlődésnek.

10. Az ivarszervek számos ázalékállatkánál minden szaporodási időszak után közvetlenül újra képződnek.

11. Azon különböző alakú testecskék (fonalak vagy pálczikák), melyeket némely szerzők az ázalékállatkák ondótestecskéinek véltek, nem egyebek az ivarszervekben képződött élősd szervezeteknél (Vibriók, vagy Oscillariák).

12. A némely szerzőtől leírt acineta- vagy egyéb-alakú belső embriók, szintén nem egyebek élősdiek-nél, melyek az ázalékállatkákba vagy ezeknek tokjaiba hatolnak, hogy ezekben szaporodjanak.

Ezekhez hozzá kell még adnom, hogy BALBIANI

szerint a kölcsönös termékenyítés oly módon történik, hogy a magocskának, azaz herének ondószálacs-kákat tartalmazó oszlási részletei, az úgynevezett *ondótokocskák* (*Capsules spermatiques*),¹ az egybekelés alatt az ivarnyiláson át kölcsönösen kicseréltetnek, hogy ondószálacskaikkal a magban, azaz a petefészekben képződő petéket megtermékenyítsék. Ezt azonban csak felteszi BALBIANI, minthogy a megtermékenyítési folyamatot ép oly kevésbé sikerült megfigyelnie, mint az állítólagos peték lerakását és továbbfejlődését.

MÜLLER JÁNOS és tanítványai felfedezésének közzététele után STEIN is nagy buzgalommal fogott az ázalékállatkák ivaros szaporodásának tanulmányozásához, mely őt részben BALBIANI-éival egyező, részben azonban ezektől igen lényegesen eltérő eredményekre vezette. — Ezen bűvárlati eredményeket STEIN monografiájának első és második részében,² különösen az utóbbiban igen részletesen fejtette ki, röviden pedig egy külön értekezésben³ foglalta össze.

Az ondószálacs-kákhoz hasonló képződményekre STEIN is csakhamar ráakadt s a mag- és magocskában ő is női és hím ivarszervet vélt felismerhetni; mindemeltt azonban monografiájának első részében még ragaszkodik azon felfogáshoz, hogy a hosszten-gelyük irányában egyesült ázalékállatkák oszlásban s nem egybekelésben vannak, miből azután az következnek, hogy az ázalékállatkák ivartermékei teljes fejlettségüket csak hosszirányú oszlásuk folyamában érik el. Ezen felfogásától azonban, mint már említve volt, csakhamar eltért s egész határozottsággal magáévá tette BALBIANI-ét.

STEIN bűvárlatainak fő eredményei a következő pontokban foglalhatók össze:

1. Az ázalékállatkák legnagyobb része himnős; női ivarszervüket a mag, a hímet a magocska képviseli.

2. Az ivarszervek teljes érettségüket az egybekelési folyamat alatt érik el; külön ivarvezetékekkel s ivarnyilással azonban nem állanak összefüggésben.

3. Egybekelés alatt a *magocska ondótokokra* oszlik szét, melyek azonban kölcsönösen nem cseréltetnek ki, hanem valószínűleg öntermékenyítés van.

4. Nem a mag oszlási részletei, hanem maga a *mag termékenyítettik meg*, melybe az ondószálacs-kák

¹ Recherches 115.

² Der Org. I. 96. — Der Org. II. 40.

³ Ueber die Hauptergebnisse etc. 22.

¹ Id. ért. 123.

belenyomulnak: azon fonál- és pálczikaalakú képletek tehát, melyeket MÜLLER JÁNOS és tanítványai fedeztek fel, nem élősdiek, hanem valóságos ondótecskék, melyek termékenyítésre a magba hatoltak.

5. A megtermékenyített mag több részre darabolódik, melyek azonban nem lerakásra szánt peték, hanem egy részük csíragömbökké, ezek pedig embriögömbökké változnak, melyek oszlás útján, mint az ivaros szaporodás végtermékeit, embriókat hoznak létre: az acineta- és egyéb alakú «embriók» tehát valóságos embriók s nem élősdiek. A magtöredékek csíragömbökké nem változó része a mag rekonstruálására szolgál.

6. Az *Oxytricha*- és *Euplotesfélék* termékenyítés után szétdarabolódó magjának részei ismét egy tömegbe olvadnak össze, az úgynevezett *placentába*, mely, miután több csíragömb vált ki belőle, ismét maggá változik.

7. A *Vorticellaféléknél* — melyeknek STEIN szerint magocskájuk nincs, — az egybekelés alatt mindkét egyén magja több részre darabolódik, még pedig vagy külön-külön mindkét mag (a rügyszerű egybekelésnél), vagy pedig előbb egygyeolvad a két mag s csak ez után darabolódik szét (az oldali egybekelésnél). Az egygyeolvadásból eredő egyének magdarabjai vagy laza rakást képeznek (*Vorticella*-nem), vagy ismét egyetlen tömeggé, *placentává*, olvadnak össze (*telepeket képező Vorticellafélék* és *Trichodinák*). Az előbbi esetben több magrésztlet csíragömbbé fejlődik, míg a többi a mag rekonstruálására szolgál; az utóbbiban a placenta több csíragömböt választ ki, azután pedig visszatér ismét a mag rendes alakjába. A csíragömbök minden esetben embriögömbökké fejlődnek, — a *Vorticella*, *Carchesium*, *Zoothamnion*, *Epistylis* és *Trichodina*-nemeknél legalább embriögömbök egész határozottsággal észleltettek.

De lássuk ezek után valamivel részletesebben az egybekelés alatt és után történő változásoknak a két bűvartól észlelt egész menetét ugyanazon két igen közönséges ázálékállatkánál, a *Paramecium Aurelia*, és *Carchesium polypinum*-nál, könnyebb összehasonlíthatás kedvéért egymással szembe állítva. Megjegyzem, hogy BALBIANI-nak a *Carchesium polypinum*-ra vonatkozó észleletei újabb keletűek,¹ míg a *Paramecium Aurelia*-ra vonatkozó fő értekezésében foglaltak.

¹ Sur la génération sexuelle des Vorticelliens. CR. Tome 81. (1875) 676.

Balbiani (1861.)

Stein (1867.)

1. *Paramecium Aurelia*.

a) Syzygia alatt.

A magtól (*N.*) és magocskától (*n.*) kiinduló ivarjáratok, melyek a száj előtt fekvő s a közösülésben levő párokon egymással közlekedő közös nyílással végződnek, láthatókká lesznek.

Az *n.* megnagyobbodik s elhalványodik; burka duzzadt hólyaggá tágul s csak egy ponton marad összefüggésben az *n.* szemecskés gömbjével, melynek egyik oldalából finom szálacskapamat nő ki, s a hólyag domborulatát követve, kiindulási pontjának közelébe tér ismét vissza. Erre a szálacskapamat szabad végén tovább növekedik s a hólyagszerű burkot vakbélyszerűleg kitüremlíti és pörge irányban magával csavarja. — Később visszafelé csavarodik a tömlő; a szemecskögömb, melyből a finom szálacskapamat egy üstökös farkaként indul ki, elenyészik s a szálacskák a pamat két végén két külön pamatra bomlanak, melyek a tömlőt bunkósan felduzzasztják. Az egy ideig még C-alakulag görbült tömlő végre teljesen kiegyenesedik s a szálacskapamatokat tartalmazó duzzadt végei között egyre vékonyabbra és vékonyabbra, végül egészen kettéfűződik; az ily módon fejlődött szálacskákat tartalmazó gömbök az első két ondótokocskának felelnek meg, melyek haránt irányban ismét ketté oszlanak. Csak kivételesen ismétlődik még egyszer az oszlás s így rendesen négy, csak ritkán képződik nyolcz ondótokocska; szintén csak kivételesen fejeződik be az ondótokocskák képződése az első kettéoszlással.

Más syzygiáknál csupán

Ivarjáratok s külön ivarnyílás nem különböztethető meg s nincsenek is.

Az *n.* megnagyobbodik, burka gyorsabban növekedik, mint szemecskés állománya, mely a hólyaggá duzzadó buroknak közepén marad. A növekedni megszűnt *n.* állománynak szétszórt szemecskéi szabályosan és szorosan egymás mellé rendeződnek, párhuzamos hosszsorokat képezve, melyek csakhamar pálczikákká vagy szálacskákká változnak. A tokok a fejlődés ezen szakán még vagy egészen gömbölyűek, vagy csak kevésé vannak megnyúlva. Erre a szálacskák önálló növekedésnek indulnak s vagy egyenesek maradnak, mely esetben egyenes, tojásdad vagy orsóalakú tokok fejlődnek; vagy pedig — s ez a gyakoribb eset, — már elejétől kezdve gyengén ivelték vagy 6-alakulag hajlottak, mely esetben növekedésük alatt a tok vesealakulag vagy pörgén csavarodik. Ismét más esetekben a szálacskapamat növekedése alatt szabálytalanul kigyózdó, vagy postakürtyszerű hajlást nyer, s ekkor a tok tojásdad marad ugyan, de felületén kiöblösödések fejlődnek. Leggyakrabban csak egyetlen ondótok fejlődik, ritkábban oszlik a megnyúlt s két végén bunkósan duzzadt tok két részre, mely folyamat ismétlődhetik, minek következtében a kész ondótokok száma négyre szaporodhatik.

Balbiani.

Stein.

Balbiani.

Stein.

egyetlen ondótok fejlődik, még pedig a leírtól egészen különböző módon. Az *n.* burkaszemecskés tartalmáról egész felületén leemelődik s tojásdad tömlővé változik, melynek közepe táját foglalja el az *n* szemecskés állománya s ebből két ellenkező irányban finom szálacskák nőnek ki, melyek növekedésük közben a tömlőt orsóalakúvá változtatják. Végre elenyészik a szemecskés öv s a szabaddá vált alapjukon tovább növekedő szálacskák párhuzamosan egymás mellett fekszenek. Az ily módon fejlődött egyetlen, orsóalakú ondótok nem oszlik.

Az ondótok szálacskái, az ondószálacskák, szerfelett finomak, egyenkint nem különböztethetők meg, egészen mozdulatlanok s nyalábakba rendezve töltik ki az ondótokot.

Az egybekelés vége felé, a harmadik, negyedik nap körül, az ondótokok elérték teljes érettségüket s az ivar nyílásokon át kölcsönösen kicseréltetnek.

Az *N.* egybekelés alatt csak annyiban változik, hogy felületébe szabálytalan hullámzatos lefutású vonalak mélyednek, melyek egyre szaporodván, az *N.*-nek némileg az emlős állatok tekervényekkel ellátott agyához hasonló külsőt kölcsönöznek.

b) Syzygia után.

A hullámzatos barázdák-tól tekervényes gomolylyá változtatott *N.* tekervényei lassankint egyetlen, összefüggő, különböző módon hurkolt s kigyózó lefutásu, hengeres zsineggé bomlanak szét. Erre a zsineg szemecskés tartalma burkán belül nagyszámú apró gömböcskékre oszlik, mi közben a

Az egyetlen, vagy 2—4 ondótok kölcsönösen nem cseréltetik ki.

Az egyetlen, ritkábban két-négy ondótok közvetlenül a kissé megnyúlt *N.* elé, ritkán mögé húzódik; STEIN legalább a kigyózó (tudniillik alakra nézve kigyózó) fonalakból összetett egy-négy gomolyt határozottan az ondótokokból kiszabadult ondószálacskáknak tekinti, melyek csakhamar behatolnak

hártyás burok az egyes darabok között egyre meghosszabbodik s végre oly finommá változik, hogy úgy látszik, mintha a gömbölyüded magdarabok egészen szabadon szét volnának szórva a test állományában. Ezen magdarabok közül négy, ritkán 8, vagy csupán kettő megnagyobbodik, belsejében csírahólyag és csírafolt válik ki. Nem egyebek ezek, mint peték, melyek az *N.*-nek petevezetékévé változott burkában foglalnak helyet s a vezeték nyílásán át végre kiürítettnek, míg az *N.* többi darabjai ismét egygyeolvadnak s újmaggá szerveződnek.

Az egybekelés alatt kölcsönösen kicserélt ondótokok a női ivarvezeték környezetébe nyomulnak, hogy a peték kifejlődése után ezeket ondószálacskáikkal megtermékenyítsék. A termékenyítés folyamatát azonban nem sikerült közvetlenül megfigyelni. Termékenyítés után az ondótokok összezsugorodnak s elenyésznek.

A MÜLLER JÁNOS- és tanítványaitól a megnagyobbodott *N.*-ben észlelt pálczikalakú képletek élősdű *Vibriók*; az acinetaalakú embriók pedig élősdű *Sphaerophryák*.

a megnagyobbodott magba, minden irányban szétszóródnak s azt megtermékenyítik. Ezek azon egyenes, vagy kigyózó pálczikákat tartalmazó megnagyobbodott magok, melyeket MÜLLER JÁNOS és tanítványai fedeztek fel.

Az *N.* termékenyítés után ismétlődő oszlás útján 2—7 egyenlő nagyságú, egészen egynemű gömbre darabolódik, melyek egymással semminemű összefüggésben nem állanak s csakhamar zsinegszerűleg megnyúlnak s ismétlődő oszlásuk útján igen nagyszámú apró részletre darabolódnak. — Az apró gömböcskék közül állandóan nem négy, hanem gyakrabban több, egész 12, vagy még ennél is több válik ki s jelentékenyen megnagyobbodik. — Mindegyik gömb finom egynemű burokkal van körülveve s egyenletesen szemecskézett állományában egy középponti hólyagocskát tartalmaz, mely szintén finom molekuláris állománnyal van kitöltve, csírafoltot azonban nem rejt belsejében. Ezen gömbök, melyek a BALBIANI-tól petéknek tartott képletekkel kötségekívül azonosak, nem egyebek, mint csíragömbök, melyekből embriógömbök, s ezeknek oszlási sarjaiból végre acinetaalakú embriók fejlődnek.

A többi *N.* darab új *N.*-né egyestül.

2. *Carchesium polypinum*.

Rügszerű egybekelés.

Balbiani. (1875.)

Stein. (1867.)

Mint a makrogonidiumnak, mint a mikrogonidiumnak patkóalakú *N.*-e mellett kis *n.*-e is van.

Egybekelés alatt mint a makro-, mint a mikrogoni-

Sem a makrogonidiumnak, sem a mikrogonidiumnak nincs *n.*-jök.

Egybekelés alatt mint a makro-, mint a mikrogoni-

Balbiani.

dium *N*-je gömbölyüded darabokra esik szét. A makrogonidium *n*-je kezdetleges csökevényes állapotát («état rudimentaire initial») megtartja, míg a mikrogonidiumé megnagyobbodik s két részre oszlik, melyek mindegyikében szerfelett finom szálcák, ondószálcsák fejlődnek. Ezek a makrogonidium magdarabjai közül 5—7-et megtermékenyítenek. A megtermékenyített peték leraktnak, a többi magdarab pedig új maggá olvad össze.

Az állítólagos embriók
élősdí *Sphaerophryák*.

Ime, az előadottakból világosan kitűnik, mily lényegesen különböző eredményekre jutott a két kitűnő bűvár, kik mindketten oly behatóan foglalkoztak az ázalékállatkák egybekelési folyamatának tanulmányozásával! Újabb teljesen elfogulatlan vizsgálatokra volt múlhatatlanul szükség, hogy a két bűvár alapvető vizsgálatainak ellentétet kiegyenlítsék s a bonyodalomnak csomóját megoldják.

Sem ENGELMANN-nak régebbi vizsgálatai,¹ sem KÖLLIKER-éi² nem voltak erre alkalmasak. Amaz egészben véve STEIN felfogását támogatja: az egybekelési folyamat embriók fejlődésére vezet, mely egészen azon menetet követi, melyet STEIN fejtett ki, azon pálczikaalakú testecskék pedig, melyeket ENGELMANN a *Paramecium*okon kívül még a *Chilodon* *Cucullulus* megnagyobbodott magjában, valamint a *Blepharisma lateritia* felduzzadt magocskájában észlelt, valódi ondótestecskék s nem élősdiek, minőknek BALBIANI tartja. KÖLLIKER ellenben az utóbbira nézve BALBIANI felfogását tartja helyesnek; azon fontos kérdést azonban, vajjon a megtermékenyített magrésztetek petéknek, vagy pedig embriókat létrehozó csíragömböknek felelnek-e meg, eldöntetlenül hagyja.

Az ázalékállatkák egybekelési folyamatának bonyolódott ügyét minden egyes vitás tételében s részletében véglegesen megoldottnak mai nap sem tekinthetjük ugyan: mindenesetre azonban igen kö-

Stein.

dium *N*-je gömbölyüded darabokra esik szét, melyek placentává olvadnak össze. A placentában csíragömbök különülnek el, melyek ki nyomulva embriógömbökké változnak; az embriógömbök végre oszlás útján tapogatók nélküli peritrich embriók alakjában rajzanak ki. A placenta hátramaradt része ismét maggá változik.

zel hozták azt a végleges megoldáshoz azon nagyfontosságú bűvárlati eredmények, melyeket újabb időben csaknem egyidejűleg BÜTSCHLI¹ és ENGELMANN² tett közzé, s melyek az egybekelési folyamat lefolyásáról és jelentőségéről egészen más képet tárnak elénk, mint BALBIANI és STEIN vizsgálatai, s melyek végre annak felismerésére vezettek, hogy az ázalékállatkák egybekelésénél ondószálcsák ép oly kevésbé képződnek, valamint nem képződnek peték, illetőleg csíra-, embriógömbök s embriók.

Ami először is az utolsókat, azaz az embriókat illeti, erre nézve már tüzetesen kifejtettem a jelenlegi álláspontot s legyen elég e helyen egyszerűen arra utalnom, mit az ázalékállatkák embrióiról fentebb már előadtam.

Hogy a BALBIANI-tól petéknek tartott világos gömbök mily természetűek, erre alább fogok választ adhatni s itt csak annyit akarok megjegyezni, hogy a *Paramecium Aurelia* állítólagos petéinek lerakásáról BALBIANI-n kívül csupán egy bűvár, SCHAAFFHAUSEN, tett említést:³ «A világos folyadéktól környezett petegömbökkel duzzadásig telt ázalékállatocskák egy óra alatt hátsó testrészének különböző pontján többször rakott le egy-egy petét. — A *Paramecium* lerakta gömbök órákig mozdulatlanul heverték, lassankint azután egy csillószőrszegélylyel ellátott kiszökellés képződött a gömbökön, mely csillószőrszegély segítségével az állatkák tovaúsztak.» — Alig szenvedhet kétséget, hogy SCHAAFFHAUSEN élősdí *Sphaerophryák*at észlelt, melyek talán a fedőlemez nyomása alatt idő előtt hagyták el a *Paramecium*ot s bizonyára jogosan jegyzi meg BÜTSCHLI, hogy SCHAAFFHAUSEN ezen észlelete az ázalékállatkák petéinek létezését legkevésbé sem bizonyította be.

BALBIANI, mint láttuk, azt állította, hogy ondószálcsáknak két egészen különböző képletet tartanak s tévesztenek egymással össze: t. i. az ondótokokban foglalt szerfelett finom hegyesen végződő, merev szálcákat, melyek egyenkint nem, hanem csupán pamatokba rendeződve különböztethetők meg, továbbá a MÜLLER JÁNOS-tól legelőször leírt, valamivel nagyobb s vaskosabb, egyenes vagy hullámzato-

¹ Studien etc. 1876.

² Ueber Entwicklung und Fortpflanzung von Infusorien. MJ. I. 1876.

³ Ueber die Organisation der Infusorien. Verhandl. d. naturhist. Vereins d. preuss. Rheinlande und Westphalens. 3. Folge. 5. Jahrg. 1868. Correspondenzbl. 52—56. V. ö. BÜTSCHLI, Studien 307.

¹ Zur Naturg. ZWZ. XI.

² Icones histiologicae. I. Abth. (1864) 18.

san hajlott pálczikákat, melyek különösen a *Parameciumoknál* igen gyakran észlelhetők a megnagyobbodott magban, ritkábban a magocskában. Amazok a valódi ondószálacsák, az utóbbiak ellenben a magképletekbe hatolt vibrószerű élősdiek.

Hogy BALBIANI megkülönböztetése, — bár ellene már CLAPARÈDE és LACHMANN,¹ később pedig STEIN² a leghatározottabban tiltakozott, — helyes, azt KÖLLIKER-nek, BÜTSCHLI-nek és ENGELMANN-nak újabb vizsgálatai támogatják. Nyomós érvként hozza fel ENGELMANN a BALBIANI megkülönböztetésének helyessége mellett azon észleletét, hogy a *Parameciumoknál* több oly egybekelési epidémiát észlelt, melynél a finoman sávolyzott ondótokok kifejlődtek ugyan, de a szóban forgó pálczikák egyetlen egyén magjában sem voltak felfedezhetők,³ míg máskor a megduzzadt magjukban pálczikákat tartalmazó egyének igen gyakoriak.

Ugyanily értelemben nyilatkozik BÜTSCHLI is. Igen számos ázalékállatkánál, melyet az egybekelés alatt és után vizsgáltam, — mondja BÜTSCHLI⁴ — soha sem láttam sem az ázalékállatka másodlagos magjában (Nucleus, mag), sem plasmájában valami olyat, melyet az úgynevezett ondótokok száalacska-képződményeiből lehetne származtatni. Az egybekelt ázalékállatkáknál továbbá szintén semmi időben sem észleltem valamit azon száalacska- és pálczikából, melyek először 1856-ben MÜLLER JÁNOS-ban ébresztették állatkáink ivaros szaporodásának gondolatát. A pálczikákkal telt magokra azonban mégis ráakadtam a *Paramecium Aureliánál*, s BALBIANI-val én is meggyőződtem a pálczikáknak élősd, növényi természetéről. Én a pálczikákkal sűrűn megtelt maggal bíró ázalékállatkákat erősen bűzhödő igen romlott vízben találtam. Magok az állatkák is betegeseknek látszottak, minthogy endoplasmájokban már kézi nagyítóval látható nagy üresek képződtek, melyek a magot gyakran oldalra nyomták. — A finom, sötét pálczikákkal megrakott mag izolálva már igen gyenge nyomásra megpukkant, legnagyobb részben folyékony tartalmát környező vízbe ömlesztve. A pálczikák nagysága igen különböző, vannak igen röviddek mellett hatszor hosszabbak. A kisebbek egyenműek, halványok, fénytelenek, a nagyobbak egyik vége ellenben gyakran egészen sötét és fényes.* Ezen

változás lassankint terjedni látszik, míg végre a pálczika sötétté és fényessé vált. Abban is igazat kell adnom BALBIANI-nak, hogy a pálczikák oszlás útján szaporodnak, mivel a képeknek egész sorozatát láttam, melyek ily szaporodási folyamatra vallanak, ezt pedig mind halvány, mind egészen fényes pálczikákon észleltem. Ezek között elszórva nagyszámú, igen finom, kigyószzerűleg hajlott fonalak is találtam, melyeknek netalán a pálczikákkal való összefüggésére nézve mitsem találtam. Az utóbbiak gyenge ingadozó mozgást mutattak, melynek természetét biztosan el nem dönthettem.

BÜTSCHLI felemlíti továbbá, hogy a *Paramecium Aurelia* magjában észlelt pálczikákhoz igen hasonló képződményeket talált egy szabadon élő Nematodnak, a *Tylenchus pellucidus*nak, nagyszámú egyéneiben, melyeknek testüre egészen tele volt tömve a szóban forgó pálczikákkal.

Mindezeket tekintetbe véve, bizonyára a legnagyobb valószínűség szól a mellett, hogy az ázalékállatkák megduzzadt magjában észlelt pálczikák nem ondószálacsák, hanem schizomycetek.

Kétségkívül schizomycetek képezték azon finom kigyózá mozgó fonalakból álló gomolyt, melyet, mint fentebb említettem, CLAPARÈDE és LACHMANN egy alkalommal a *Stentor polymorphus* testének egy külön nedvürében észlelt;¹ nem különben csakis schizomycetek lehettek azon egyik végükön hegyesen végződő pálczikaalakú ondószálacsák, melyeket MARGÓ a *Lacrymaria vermicularis*, *Loxodes plicatus*, *Paramecium caudatum* és *Vorticella nebulifera* magocskájában látott az egybekelés alatt fejlődni s melyeket az illető ázalékállatka összenyomása után 525-szörös nagyításnál élénk mozgásban még hosszabb ideig szemlélhetett.²

Ezek után tehát még csak a körül foroghat a kérdés, vajjon azon, végükön elhegyesedő, egyenes vagy sarlószerűleg görbült, finom száalacsák, melyek az egybekelt ázalékállatkák magocskarészleteinek, az úgynevezett ondótokoknak sávjait képezik, s melyek BALBIANI szerint az egyedüli és valódi ondószálacsák, csakugyan azok-e?

Kétségtelen, hogy az ázalékállatkák úgynevezett

lateritia megduzzadt magocskájában észlelt pálczikákat (Zur Naturgesch. Taf. XXX. Fig. 12.)

¹ Études. III. 258.

² Ázalatani adatok s a Pest-Buda ázalagfaunájának rendszeres átnézete. A m. tud. Akad. math. term. tud. közl. III. köt. (1865) 79.

¹ Études. III. 263.

² Der Org. II. 96.

³ Ueber Entwicklung etc. 608.

⁴ Studien 359.

* Ugyanilyeneknek rajzolja ENGELMANN a *Blepharisma*

ondótokjai finom délkörös sávolyzatokkal alsóbb állatoknak, például különböző laposférgeknek (Platyhelminthes) testparenchymájába ágyazott ondószálacska-pamataihoz feltűnően hasonlítanak. Másfelől azonban már BALBIANI-nak, STEIN- és KÖLLIKER-nek vizsgálatai oly részletekkel ismertettek meg, melyek teljesen összeférhetetlenek azon felfogással, hogy a sávok ondószálacskáknak felelnek meg. Ezen bűvárok ugyanis, első sorban BALBIANI,¹ kimutatták, hogy az ázalékállatkák magocskája minden oszlásnál finom, hosszirányú sávolyzatot nyer, mely teljesen megegyezik az úgynevezett ondótokok sávolyzatával. — Ismeretes továbbá, s ezt már fentebb kiemeltük, hogy számos ázalékállatka magján is észleltettek oszlás közben hosszirányú sávok. Vajjon hogyan egyeztethetők meg ezen észleletek, melyeknek helyességét BÜTSCHLI-nek újabb s igen terjedelmes vizsgálatai megerősítették, azon felfogással, hogy az ondótokok sávjai valódi ondószálacskák? — BALBIANI igen jól érezte, hogy ezen észleletek teljesen alkalmasak arra, hogy az ázalékállatkák ondószálacskáiról szóló egész tantalomra döntsék s ezért azon minden alapot nélkülöző feltevéshez folyamodott, hogy az ázalékállatkák magján és magocskáján oszlás közben észlelhető hosszirányú sávok nem egyebek, mint a magképletek burkán képződő vastagodások, bordák, vagy redők;² egy más helyen pedig a *Didinium nasutum* hosszában sávolyzott magjáról azt állítja, hogy valamely kóros folyamat következtében valóságos hydropicus tömlővé változott, melynek burka hosszirányú redőkbe szedődött.³ STEIN, ki az oszló magocskáknak sávolyzatában előbb ondószálacskákat vélt felismerhetni, később előbbi felfogását egészen elejtette, minthogy arról, hogy az ázalékállatkák magja minden oszlás alatt ondószálacskákat hoz létre, természetesen nem lehet szó.⁴

Ezekkel szemben egyelőre csak annyit akarok megjegyezni, hogy egyetlen elfogulatlan pillantás mindenkit meggyőzhet arról, hogy azon sávok között, melyeket BALBIANI-nak igen hű rajzai az oszlásban levő meg ondótokokká átváltozó magocskákról adnak, semminemű különbség sincs: azaz amazoknak «re-

dői» s az utóbbiaknak «ondószálacskáik» mindenben megegyeznek.

Ezen derekasan összebonyolított ügyre egész más irányban tett, t. i. az oszlásban levő állati és növényi sejtek magjában véghez menő finomabb szerkezeti változások kifürkészésére irányított újabb, beható vizsgálatok lőnek hivatva világot deríteni.

Az állati és növényi sejtek magjának a sejt oszlását megelőző szaporodását ezelőtt még csak néhány évvel is többnyire igen egyszerű folyamatnak vélték, melynél a mag, miután magocskája megoszlott, egyszerűen feleződik. Csak a petesejtek barázdolódása képezne e tekintetben kivételt, a mennyiben az állati pete barázdolódását megelőzőleg, — mint ezt először REICHERT állította 1846-ban,¹ — a petesejt magja egészen elenyészik, azaz a sejt, mint HAECKEL mondja, visszaesik a cytodaállapokra, hogy ezt követőleg az oszlási felek két magja egészen újra képződjék. AUERBACH-nak az *Ascaris nigrovenosa* petéinek barázdolódási folyamata körül tett igen beható tanulmányai a petemagnak a barázdolódást megelőző elenyésztését (*magoldódás*, *Karyolysis*) s ezt követő egészen újra képződését megerősíteni látszottak.² — Ez azon szaporodási mód, melyet AUERBACH *palingenesis* útján való szaporodásnak nevez.³

Az állati peték barázdolódási folyamatát pontosabban tanulmányozó újabb bűvárok, kik közül legyen elég e helyen SCHNEIDER-t, BÜTSCHLI-t, HERTWIG OSZKÁR-t, FOL-t és SELENKÁ-t említenem, a petemagnak, vagy csirahólyagnak a barázdolódást megelőző elenyésztését s palingenesis útján való újra képződését nem erősítették meg; ellenkezőleg azon eredményre jutottak, hogy a mag teljes eltűnése, mintegy feloldódása (*Karyolysis*) s a két új magnak palingenesis útján való képződése csak látszólagos, tényleg folytonosan megvan a mag, s kellő kémszerek alkalmazásával határozottan kimutatható. Ezen vizsgálatok továbbá azt is kimutatták, hogy a mag látszólagos eltűnése alatt alakjára s szerkezetére nézve sajátságosan megváltozik (*magátváltozás*, *Karyokinesis*) s hosszában sávolyzott orsóvá (*magorsó*, *Kernspindel*) vagy kettős kúppá alakul.

Miután már KOVALEVSZKY figyelmeztetett röviden azon finom sávokra, melyeket egy a *Lumbriculus-*

¹ Du rôle des Organes générateurs dans la division spontanée des Infusoires ciliés. Journ. de la Physiologie. III. Janvier. (1660) 81.

² Recherches. 28. 46.

³ Sur le *Didinium nasutum*. Arch. de Zoolog. expérimentale. II. Nr. 3. Juillet. (1873) 389.

⁴ Der Org. II. 47.

¹ Der Furchungsprocess und die sogenannte Zellbildung um Inhaltsportionen. AAP. (1846) 196. V. ö. BÜTSCHLI, Studien. 395.

² Organologische Studien II. Hft. Breslau. (1874) 187.

³ Id. m. 261.

félék családjába tartozó Oligochaeta, az Euaxes barázdolódó petéjének magjában látott fellépni,¹ SCHNEIDER ANTAL pedig pontosabban leírta egy rhabdocoel Turbellafélének, a Mesostomum Ehrenbergiinek s egy Trematódnak, a Distomum cygnoidesnek magjában a barázdolódási folyamat alatt fejlődő fonál-, illetőleg pálczikaalakú képződményeket:² BÜTSCHLI volt az, aki igen terjedelmes észleletekre támaszkodva kimutatta, hogy a legkülönbözőbb állatok barázdolódási gömbjeinek s bizonyos szöveti sejtjeinek magja az oszlást megelőzőleg jellemzően sávolyozott magorsóvá változik.³

Azon nagyszámú dolgozatok közül, melyek BÜTSCHLI felfedezését újabb adatokkal s részletekkel támogatják és fejlesztették, fontosságra nézve legelső hely mindenesetre STRASBURGER munkáját illeti,⁴ mely igen terjedelmes és beható búvárlatokra támaszkodva kimutatja, hogy az oszló sejt magnak sávolyozott magorsóvá való átalakulása a növénysejtekre is jellemző. — Mindezen vizsgálatok alapján a magorsó képződésében oly tipikus jelenséget kell felismernünk, mely a sejtek oszlására egészen jellemző (*közvetett — indirekt — magoszlás*), s melytől csak kivételt képeznek azon előbb tipikusoknak tartott esetek, melyekben a mag a sejt oszlását megelőzőleg orsóvá át nem változik, hanem egyszerűen feleződik (*közvetetlen — direkt — magoszlás*).

Nem lehet czélom e helyen azon érdekes és fontos részletekre kiterjeszkedni, melyekkel a sejteknek, különösen a petesejtek- és barázdolódási gömböknek oszlására vonatkozó ismereteink újabb időben oly jelentékenyen bővültek, s csupán a tárgyunkkal szoros kapcsolatban álló magorsónak, képződésének s alakí viszonyainak rövid összefoglalására lehet és kell szorítkoznom.

A mag (csírahólyag) oszlásra készülve, először is

¹ Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden. Mém. de l'Acad. de St. Petersburg. Tome XVI. 1871. Nr. 12. V. ö. BÜTSCHLI, Studien. 398.

² Untersuchungen über Plathelminthen. Giessen. 1873. Sep. Abdr. aus dem 14. Jahresber. der oberrheinischen Gesellsch. f. Natur- und Heilkunde. 49.

³ Vorl. Mittheil. über Untersuchungen betreffend die ersten Entwicklungsvorgänge im befruchteten Ei von Nematoden und Schnecken. ZWZ. XXV. (1875) 201. — Vorläufige Mittheilung einiger Resultate von Studien über die Conjugation der Infusorien und die Zelltheilung. ZWZ. XXV. (1875) 426. — Studien etc. 1876.

⁴ Ueber Zellenbildung und Zelltheilung Jena. 1875. II. Aufl. 1876.

oly halványná és határozatlan körvonalúvá válik, hogy kellő kémszerek alkalmazása nélkül meg nem különböztethető; azonban teljesen nem enyészik el, s e szerint magoldódás (Karyolysis) nem következik be. A mag ezen látszólagos eltűnésének oka BÜTSCHLI szerint,¹ részint abban rejlik, hogy a magburok szerfelett elvékonyodik, — teljesen azonban valószínűleg az sem enyészik el, — minek következtében a mag körvonala elmosódik; részint abban, hogy a magban foglalt kisebb-nagyobb tömör részecskék az egész magban szabályosan oszlanak szét; részint végre abban, hogy a mag nedvének egy részét elvesztvén, világosságából is veszít s a környező plasmából többé nem válik ki.

Az elhalványodott mag majd nyúlánkabb, majd zömökebb orsó- vagy kettős kúpalakot vált, úgynevezett *magorsóvá* (*Kernspindel*) változik, s állománya finom sávokra, száalacskákra, úgynevezett *orsórostokra* (*Spindelfasern*, BÜTSCHLI), vagy *magszáalacskákra* (*Kernfäden*, STRASBURGER) különül. Ezen száalacskák, melyeknek száma mintegy 12—24 között ingadozik, az orsó végén elvékonyodottak, egyenlítői táján ellenben gömbölyüded vagy pálczikaalakú testecskékké dúzzadtak, melyeket STRASBURGER együtt véve *maglapnak* (*Kernplatte*) nevez. A maglap elemei némely állati és növényi sejteknél összefüggő koronggá egyesülnek; ezen viszonyt találta BÜTSCHLI a csirke embrióbeli vérttestecskéinek, STRASBURGER pedig az *Allium narcissiflorum* hímpor-anyasejt oszló magján.² Az ily módon megváltozott mag oszlása az orsó egyenlítője irányában egészen oly módon megy véghez, mint a *Paramecium Aurelia* magocskájánál, melyet alább BÜTSCHLI vizsgálatai után tárgyalni fogok.

Miután az oszlásban levő sejt magok ezen sajátos átváltozása ismeretessé lön, nem lehetett többé kétség azon, hogy az ázalékállatkák oszló magocskájában, az úgynevezett ondótokokban fellépő, finom száalacskáknak nem lehet azon értékük, melyet nekik BALBIANI és STEIN tulajdonított. Ennek kimutatása BÜTSCHLI érdeme, ki erre már 1873-ban figyelmeztetett,³ a következő évben pedig, a *Cucullanus elegans* barázdálódó petéjének magján tett tanulmányai alapján, határozottan kimondotta, hogy a magorsó finom száalacskái teljesen megegyeznek azokkal, melyek az ázalékállatkák egybekelése alatt az oszló magocská-

¹ Studien 401.

² BÜTSCHLI, Studien 401.

³ Einiges über Infusorien. AMA. IX. 1873.

ban képződnek,¹ mely állítását a peték barázdolódásáról, a sejtoszlásról s az ázalékállatkák egybekeléséről írt s terjedelmes vizsgálatokra támaszkodó nagyfontosságú dolgozatában² megdönthetetlen alapra fektette s fényesen igazolta. BÜTSCHLI vizsgálatai véglegesen megczáfolták s hamisnak bizonyították azon tant, mely az ázalékállatkák magocskáját herének, az egybekelés alatt több részre oszló magocska finom száalacskáit pedig termékenyítésre szolgáló ondószáalacskáknak tekinti: tényleg nem egyebek azok ideiglenesen elkülönülő s csakhamar ismét elenyésző finom száalacskáknál, minők oszló állati- és növényi-sejtek magjában, valamint, mint láttuk, az ázalékállatkák magocskájának minden oszlása alatt s igen számos véglény oszló és sarjadzó magjában képződnek, s melyekről, — bár élettani feladatuk eddigéig ismeretlen —, annyi mégis határozottan állítható, hogy ondószáalacskáknak nem felelhetnek meg; mert azt csak nem lehet feltennünk, hogy e sejteknek, különösen az épen termékenyített petesejteknek magjában ondószáalacskák képződjenek. Már pedig az okoskodásnak következetesen font láncolata csakis ezen lehetetlennek látszó feltevésre vezethetne, minthogy az ázalékállatkák «ondótokjai» s az oszlásra készülő sejteknek magorsói egymással a legkisebb részletekig mindenben meg-egyeznek!

Ezek után tisztán állhat előttünk, hogy az ázalékállatkák egybekelési folyamatának egészen más eredményre kell vezetnie, mint BALBIANI csábító elmélete tanítja, s mindenesetre a legnagyobb gyanúval kell viseltetnünk az egybekelés végtermékei, a képzelt ondószáalacskáktól megtermékenyített peték iránt, melyeknek lerakását s továbbfejlődését közvetlenül nem sikerült BALBIANI-nak megfigyelni.

Két bűvárnak, BÜTSCHLI-nek³ és ENGELMANN-nak⁴ csaknem egyidejűleg közölt újabb vizsgálatai csakugyan azon eredményre vezettek, hogy az ázalékállatkák sem egybekelésük alatt, sem után nem hoznak létre petéket.

Mielőtt az egybekelési folyamat lényegét a jelenlegi ismeretek alapján összefoglalnám, czélszerűnek tartom a két bűvár vizsgálatainak főbb vonásaikban megegyező, bár egyes részleteikben eltérő eredmé-

nyeit, a már előbb például használt *Paramecium Aureliánál* s a Vorticellafélék közül a *Carchesium polypinum*-nál és *Epistylis plicatilis*-nél egymással szembeállítani.

Bütschli (1876.)

Engelmann (1876.)

1. *Paramecium Aurelia*.

a) Syzygia alatt.

Az *n.* eredetileg finom burokkal körülzárt tojásdad test, melyet legnagyobb részében sötét, szemecskés, néha jól kivehetőleg hosszában sávolyzott állományt képez, s melyet egy kis, világos, szemecskétlen részlet tart a burokkal összefüggésben.

Egybekelés alatt elkezdi az *n.* növekedni, világos részlete megduzzadsenneigen finom száalacskák különülnek el, s úgy tetszik, mintha a szemecskés sávós sötét állomány a burokhoz rögzített finom száalacskapamaton mintegy ott lógna. Erre a tetemesen megnagyobbodott *n.* mindkét vége elhegyesedik s a szintén meghosszabbodott száalacskapamat, mivel róla a burok csak egyoldalulag emelkedik le, a burok egyik domborulata irányában hajlik s az egész *n.* többé-kevésbé pörgén csavarodik (l. BALB.).

Az ily módon átváltozott *n.* közvetlenül nem oszlik, hanem előbb ismét megkisebbedik s tojásdad alakot vált; állománya ekkor legnagyobb részben sötét rostokból áll, melyek finom világos száalacskapamattal függenek a burokkal össze. Oszlás előtt a sötét rostok mögött is elkülönül egy finom száalacskapamat, úgy hogy ekkor az átváltozott *n.* tojásdad tokot képez, mely középső övében erősebb pálczikákhoz hasonló rostokból áll, melyek mindkét végükön finom, világos száalacskákba mennek át, azaz: tel-

A *n.* jelentékeny megnagyobbodása, törési egyfittátójának pedig kisebbedése mellett két, majd négy, néha nyolcz egyenlő részre («ondótokra») oszlik s e mellett állománya rostossá változik.

¹ Entwicklungsvorgänge etc. ZWZ. XXV. (1875) 208.

² Studien etc.

³ Studien etc.

⁴ Ueber Entwicklung etc. MJ. I. 1876.

Bütschli.

Engelmann.

jesen megegyezik jól kifejlett maglappal ellátott magorsóval. Erre az öv egyenlítői irányban feleződik s a maglap ketté oszlott elemei a tok két végére húzódnak, míg a középső övben finom szálaeskákkal maradnak összefüggésben. Ennek megtörténtével az oszlás különleg is láthatóvá válik, a tok megnyúlik, s míg finom szálaeskákat tartalmazó hosszúra húzódott középső részlete elvékonyodik, addig a pálczikaszerű elemeket tartalmazó, vastagabb végei bunkósan megduzzadnak. A bunkós végeket összekötő fonál, egyre elvékonyodván, végre kettészakad s az ily módon fejlődött két tok ismét ugyanazon szerkezetet nyeri, mint a tok oszlása előtt, azaz: ismét sötét, rostos testnek látszik, mely a burok egyik pontjával finom szálaeskapamattal függ össze. Az oszlás az épen leírt módon még kétszer ismétlődván, az egybekelés végéig nyolcz sávolyozott «ondótok» képződött, melyeknek sávjai azonban bizonyosan nem ondószálaeskák.

Nem lehetetlen, hogy az egybekelt párok tokjaikat kölcsönösen kicserélik; az ennek kifürkészésére irányított vizsgálatok azonban biztos eredményre nem vezettek.

Külön ivarjáratok s ivarnyílás nincsenek.

Az egybekelt párok *N*-én észlelt változásokat BALBIANI egészen pontosan írta le s BÜTSCHLI észleletei a BALBIANI-tól közöltek minden tekintetben csak megerősítik.

b) Syzygia után.

Az *N*. egészen oly módon, mint BALBIANI észlelte s pontosan leírta, össze-vissza

Az *n*-ek az első-második oszlás előtt, vagy után kicseréltetnek; sávjaik azonban nem felelnek meg ondószálaeskáknak.

Külön ivarjáratok s ivarnyílás nincsenek.

Az *N*-re nézve a BALBIANI vizsgálatai egészen helyesek.

Az *N*. a BALBIANI-tól leírt módon apró gömbölyüded részekre darabolódik. Ezen

Bütschli.

Engelmann.

hurkolt, hengeres zsineggé bomlik, és mint bizonyos Acinetafélék magja, sokszorosán elágazik; végre igen nagyszámú gömbölyüded részre darabolódik, melyek között az összefüggés teljesen megszakad. Ezen feldarabolódása alatt a mag állománya határozottan kiemelhető sávolyozott, rostos szerkezetet nyer, mely azonban csakhamar megváltozik s egyenletesen finoman szemecskézett, sötét állománynyá változik, melyen eczetsavval való kezelésre egyenlő belső testet s szemecskézett külső réteget lehet megkülönböztetni.

Az előbb még élesen sávolyozott 8 magocskatok már akkor, midőn a zsinegalaku mag feldarabolódásnak indul, lényegesen megváltozik; elgömbölyödnek, sávolyozott tartalmuk pedig eczetsav hozzáadására egyenletesen, finoman szemecskézett, meglehetősen sötét állománynyá változik. Így maradnak a magnak teljes széteséséig, midőn az egybekelt párok ismételt szétválása után mintegy második napon négy közülök nagy, világos gömbbé növekedik, melyek nem egyebek, mint a BALBIANI-tól petéknek, STEIN-től csíragömböknek tartott képletek. Ezen világos gömbök finom burokkal vannak körülrzáva s egynemű állományukban egy még világosabb foltot, a BALBIANI- és KÖLLIKER-től csírahólyagnak tartott képletet, lehet megkülönböztetni, mely karmin és fukszintől nem festetik meg s valószínűleg nem egyéb vacuolumnál. Ezen négy világos test mellett gyakran rá lehet még akadni a többi négy tetemesen megkisebbedett magocskatokra is, melyek finoman szemecskézett,

feldarabolódás közben az *N*. állományának fénytörő képessége kisebbedik, s e szerint víztartalma valószínűleg öregbedik.

A szétesett *N*. részeiből, talán egyszerű növekedés, vagy több apró darab egygyéolváda útján, gömbölyüded testek képződnek, melyek közül néhány, a szerzőknek úgynevezett petéi, vagy csíragömbjei, gyorsan növekednek. Ezen elemek száma ismétlődő egygyéolvás útján egyre apad, míg az utolsók egygyéolváda következtében végre ismét egyetlen *N*. jö létre. Ezen folyamat alatt, mely mindenestre egy, vagy több napot vesz igénybe, a magállomány régi fizikai és kémiai minősége ismét helyre áll.

Bütschli.

Engelmann.

setét gömböket képeznek s a magdaraboktól csak nehezen különböztethetők meg. Sokkal gyakrabban lehet 3, vagy két töpörödött magocskát tartalmazó egyéneket találni, végre olyanokat is, melyekben ezen visszafejlődött tokok nyoma sem található. Igen valószínű, hogy ezen töpörödött tokokat az ázalékállatka testéből kiveti; legalább e mellett szól azon körülmény, hogy több ázalékállatkánál sikerült a töpörödött magocskák kivetését közvetlenül megfigyelni.

STEIN ellenében, ki a világos gömbök számát 4—12-re teszi, határozottan kiemeli BÜTSCHLI, hogy valamint BALBIANI és KÖLLIKER, úgy ő sem látott soha többet négynél.

Az egybekelés befejezése után a harmadik-negyedik napon a világos gömbök ketteje lényegesen megváltozik. Állományuk durván szemecskézetté, vagy még gyakrabban, igen feltűnően sávolyszottá, alakjuk pedig hossztojásdaddá, vagy orsó-daddá változik, azaz: egészen megegyeznek oszlásnak induló közönséges *n*-ekkel. E közben a másik két világos gömbben, valamint a magtöredékekben is, setét szemecskézett lép fel, s a két világos test állománya mindinkább hasonlóbba lesz az *N*-ek állományához. — Az *n*-ekhez egészen hasonló testeknek oszlása véghez menvén, az egybekelve volt *Paramecium* két maghoz hasonló világos testet, négy *n*-t s több magtöredéket tartalmaz. Az ilyen egyénekből közönséges egyének oly módon jönnek létre, hogy ismételve oszlanak, mi végre egyetlen *N*-nel s egyetlen *n*-nel bíró utódok fellépésére vezet.

Bütschli.

Engelmann.

E szerint tehát az egybekelési folyamat, mely kezdetétől egész az egy magvú s egy magocskájú egyének fellépéséig mintegy 6—10 magot vesz igénybe, oda vezet, hogy a régi *N*. szétesik s egészen új magképletek fejlődnek, melyek közül az *n*. a régi *n*-nek egyik oszlási részéből, míg az új *N*. valószínűleg nem kizárólag az egyik *n*. részletből képződött világos gömbből fejlődik, hanem valószínűleg ebből s a régi *N*. töredékeinek egy részétől, melyek ebbe beleolvadnak. Különben az sem lehetetlen, hogy a magtöredékek nem járulnak hozzá az új mag képződéséhez, hanem, mint más ázalékállatkáknál, kivettnek, s e szerint azután az új *N*. egészen az egyik *n*. részletből képződő világos gömbből fejlődnek.

A STEIN-től a megduzzadt *N*-ben észlelt pálczikaalakú testek nem ondótestecskék, hanem élősdiek; élősdiek továbbá a STEIN-től leírt acinetaalakú embriók is.

Az egybekelés, röviden összefoglalva, oda vezet, hogy a régi *N*. apró részekre darabolódik, hogy ezekből újra ismét felépítse magát.

Az új *n*. valószínűleg az új *N*-ből lefűződés útján fejlődik.

Egészen egyetért BÜTSCHLI-val, illetőleg BALBIANI-val.

2. *Carchesium polypinum* és *Epistylis plicatilis*.*

Rügszerű egybekelés.

Bütschli.

Engelmann.

Carchesium polypinum.*Epistylis plicatilis*.

Mind a makrogonidiumnak, mind az ebbe beleolvadó mikrogonidiumnak magja igen nagyszámú részecskékre darabolódik. Az egyéolvadás befejeztével a magdarabok között két magorsó szerkezetével bíró, hosszában sávolyszott, orsóalakú képlet különböztethető meg.

Először a mikrogonidium magja esik szét ismétlődő oszlás útján 12—18 apró, meglehetősen erősfénytorésű gömböcskére. Ezt követi a makrogonidium magjának néhány nagyobb darabra való oszlása, melyek tovább oszolva mintegy 30—35 gömböcskét hoznak létre, me-

* A két telepet képező *Vorticellaféle* rügszerű egybekelési folyamata között lényeges különbség bizonyára nincs, s ennél fogva mit sem változtat a dolgon, ha a két bűvárnak különböző nemhez tartozó, de közel rokon *Vorticellafélén* tett észleleteit állítjuk egymással szembe.

Bütschli.

Carchesium polypinum.

Vajjon ezek a mikrogonidium kettéoszlott *n.*-éből fejlődtek-e ki, mint BALBIANI állítja, ezt nem sikerült BÜTSCHLI-nek eldönteni.

Későbbi stadiumon a magtöredékek mellett változó számú, 7—15 világos gömb lép fel, melyek nagyságuk és világosságuknál fogva a kisebb, halvány, sötétes magtöredékek közül élesen kiválnak. — Ezen gömbök közepében egészen világos hólyagocskát s ebben ismét kis sötétebb testecskét, azaz: hólyagocskaalakú maghoz hasonló képletet lehet megkülönböztetni. Állományuk eczetsavval való kezelésre finom hártyával burkolt sötét kéregrétegre s az épen említett hólyagocskaalakú maghoz hasonló képletet rejtő, szintén sötét bálállományra különül, mely utóbbi a kéregréteggel finom, sugaras fonalakkal függ össze. Nem szenvedhet semmi kétséget, hogy ezen testek azonosak azokkal, melyeket BALBIANI petéknek, STEIN pedig a telepeket nem képező Vorticellaféléknél csíragömböknek tekintett. Fejlődésüket BÜTSCHLI-nek ugyan nem sikerült közvetlenül megfigyelni, más ázalékállatkákon tett észleletei alapján azonban mégis határozottan felteszi, hogy nem fejlődhettek egyébből, mint az ismételve oszlott *n.*-ekből.

A világos gömböket tartalmazó Carchesiumok egymás után többször oszlanak, s minthogy az oszlási felek között a gömbök is megoszlanak, ezeknek száma egyre apad, míg végre oly egyének zárják be a sorozatot, melyek csupán egyetlen világos gömböt tartalmaznak. Ezen gömb előbb

Engelmann.

Epistylis plicatilis.

lyek a mikrogonidium testének beleolvadtával az előbbiekkkel keverednek.

Ezen állapot $\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$ napig csaknem változatlanul marad; csak a magtöredékek szaporodnak s kisebbednek, nyilván oszlás következtében, állományuk pedig elhalványodott.

Erre megkezdődik a mag újraképződése. A magtöredékek közül mintegy 4—7 kiválik s gyorsan növekedik, valószínűleg a kis magtöredékek rovására, melyek azokba beleolvadnak; erre vall legalább a kis magtöredékek számának folyamatos apadása. Ezen nagy gömbök, — melyek nem egyebek, mint a BALBIANI-tól petéknek, STEIN-től csíragömböknek tartott képletek, — később szintén kevesbednek, a mennyiben egymás után 4, 3, 2 tojásdad, vagy vesealakú magyszerű testbe olvadnak össze. Végre összeolva az utolsó két vesealakú test is, s ezzel a patkóalakú új mag készen van.

Magocskák ENGELMANN szerint a Vorticellaféléknél nincsenek.

Bütschli.

Carchesium polypinum.

tetemesen megnagyobbodik, — s ezen stádiumon megfelel annak, a mit STEIN placéntának nevez, — hogy végre rendes patkóalakú maggá változzék.

Már azon stádiumon, midőn a leendő mag nagy világos gömböt («placéntát») képez, meg lehet mellette különböztetni egy *n.*-t, mely talán nem egyéb, mint a nagy egyének BALBIANI szerint változatlanul megmaradó magocskája.

A magtöredékek, melyek az anyaegyen ismétlődő oszlása következtében több egyén között oszlanak meg, nem vesznek részt az új mag felépítésében, hanem valószínűleg kivetnek.

Ezen összeállításból világosan látható, hogy az újabb bűvárlatok, bármennyire eltérők legyenek is az egyes részletekben, azon tényállást határozottan bebizonyították, hogy az ázalékállatkák egybekelése sem termékenyített peték, sem embriók képződésére nem vezet. — Az ázalékállatkák ivaros szaporodásának tana azon alakban tehát melyben egy irányban BALBIANI, a másokban STEIN fejtette ki, véglegesen megdőntöttnek tekintendő.

Mindezek után felmerül a kérdés, hogy mi tehát az ázalékállatkák egybekelési folyamatának lényege és jelentősége?

Erre a kérdésre az eddigi ismeretek alapján eléggé kielégítő felelet adható, melyet a következő fejezetben akarok kifejteni.

Az ázalékállatkák egybekelési folyamatának lényege és jelentősége.

A felvetett kérdésre mindkét bűvárnak külön-külön vizsgálatokra alapított felelete egymással teljesen megegyezik:

«Az ázalékállatkák egybekelése nem vezet «peték», «embriógömbök», vagy bármely más csírák útján történő szaporodásra, hanem az egybekelt egyéneknek sajátos fejlődési folyamatára, melyet újra szerve-

zódásnak (reorganisatió) lehet nevezni.» (ENGELMANN).¹

«Az egybekelési folyamat jelentősége az egybekelt ázalékállatkák magifjodásában áll.» (BÜTSCHLI).²

Az újraszerveződés vagy megifjodás, mely legfeltünőbbben a magképleteken észlelhető, valószínűleg egy esetben sem szorítkozik csupán a magképletekre, hanem kiterjed a test egyéb részeire is. A teljes újraszerveződésnek, valódi megifjodásnak, vagy az egész test átglyürődésének (*Umprägung*), — mondja ENGELMANN,³ — biztos példáit nyújtják az *Euplotes*- és *Oxytrichafélék*, melyeknél az egybekelés alatt (mint ezt fentebb láttuk) a régi egyén keretén belül egy új indul fejlődésnek. A régi egyén nyújtja az anyagot, melyből, s egyúttal azon területet, melyen az új egyén magát felépíti. Más fajoknál az eddigi vizsgálatok szerint csak részlegesnek látszik az újraszerveződés, nem valószínűtlen azonban, hogy további tanulmányok ezeknél is ki fogják mutatni a teljes újraképződést.

Hogy azon ázalékállatkák szervezete is teljesen megújul, melyeknél az ezen folyamattal járó változások nem oly feltűnők, mint az *Oxytricha*- és *Euplotes*féléknél, e mellett szól ENGELMANN-nak azon észlelete, hogy a *Parameciumok*nál az egész csillószőrzet újraképződik,⁴ továbbá BÜTSCHLI-nek azon már említett észlelete, hogy a *Bursaria truncatella* és *Colpidium Colpoda* szája egybekelés alatt egészen elenyésszik, hogy az egybekelés után ismét újraképződjék. Ezekhez adhatom még saját észleleteim után azt, hogy a *Parameciumoknak*, valamint a *Lionotus Fasciolának* pálczikaalakú testecskéit is újraképződni láttam.⁵

Magának a plasmatestnek újraszerveződését bizonyítja a tartalékanyagokból álló rögcskék elenyészése, valamint a valószínűleg bomlási termékeknek megfelelő erősen fénytörő szemecskéknek számos ázalékállatkák egybekelt egyéneiben való felhalmozódása, mit BÜTSCHLI bizonyára jogosan hoz az egybekelés alatt jelentékenyen élénk anyagcserével, anyagelhasználással kapcsolatba.

Hogy a teljes újraszerveződés nem valamennyi ázalékállatkánál ismerhető fel oly könnyen, mint az

Oxytricha- és *Euplotes*féléknél, ez felfogásom szerint részint abban leli magyarázatát, hogy a csillószőrzetrendszer, melynek újraképződése az *Oxytricha*- és *Euplotes*féléknél annyira szembeszökő, a többi ázalékállatkáknál nem mutatja azon magas elkülönülést, mint a nevezettekénél, s ennél fogva megújulása sem lehet annyira feltűnő, mint az előbbieknél; másrészt pedig abban, hogy a több napot igénylő újraszerveződés egyes fázisai csak az egybekelés után a már ismét szétvált egyénekben következnek be; így pl. BÜTSCHLI a *Colpodium Colpodának* egybekelése alatt visszafejlődött száját csak a szétválás utáni hetedik napon látta újraképződni;¹ itt tehát a megifjodás egész folyamata, — feltéve, hogy az egybekelés maga 1—2 napon át tartott, — 8—9 napot vett igénybe s ennek következtében az újraszerveződés egyes fázisai is aránylag oly hosszú idő alatt oszlottak meg, hogy azokat lépésről-lépésre követni s a megifjodás teljes lefutásáról összefüggő képet szerezni a lehetlenségek közé tartozik.

Az újraszerveződés legfeltünőbb jelenségei a magképleteken mutatkoznak.

Hogy mily módon megy véghez a magképletek újraszerveződése, ezt ismereteink jelenlegi állásán véglegesen megoldottnak nem tekinthetjük. A két legilletékesebb bűvárnak, ENGELMANN-nak és BÜTSCHLI-nek, felfogása e tekintetben, mint a fentebbi példákból is látható, igen lényeges pontokban egymással ellentétben áll. — Míg ugyanis mindkét bűvár megegyezik azon alaptételben, hogy a kisebb-nagyobb számú részekre oszlott magból sem peték sem csíragömbök nem képződnek, s hogy a sávolozott magocska részletek ondótokoknak nem felelnek meg, s hogy a régi magképletek helyett újak képződnek: addig a magképletek újraképződésének módjára nézeteik egymástól lényegesen eltérnek.

A két bűvár felfogása a magképletek újraszerveződéséről röviden a következőkben foglalható össze

Engelmann.*

Az *N.* szétoszlik majd 2 (*Euplotes*), majd 4 (*Oxytrichina*), majd igen nagy-

Bütschli.**

Az *N.* némely esetekben (*Paramecium Bursaria*, *Chilodon Cucullus*, *Colpidium*

* A vizsgált ázalékállatkák:

Paramecium Aurelia, *P. Bursaria*, *F. ambiguus*, *Stylonychia Mytilus*, *St. pustul-*

** A vizsgált ázalékállatkák:

Paramecium Aurelia, *P. putrinum*, *P. Bursaria*, *Cyrtostomum leucas*, *Colpidium*

¹ Id. ért. 628.

² Id. mű 420.

³ Id. h.

⁴ Id. ért. 629.

⁵ Term. rajzi füz. II. (1878) 229.

¹ Studien. 313.

Engelmann.

Bütschli.

számú részekre (*Parameciumok*).

Az egy, vagy több *n.* szintén szétoszlik 2—4, ritkán (*Paramecium Aurelia*) 8, hosszában sávolyzott részre, melyek valószínűleg kölcsönösen kicseréltetnek, s habár sávjaik ondószálacskáknak nem is felelnek meg, mégis valószínűleg termékenyítő hatást gyakorolnak a magdarabokra, mire aztán elenyésznek.

Ezek közül, (vagy legalább ezeknek a helyén) vagy egy világos gömb válik ki, mely megnagyobbodva, a STEINTÓL placéntának nevezett képletnek felel meg (*Oxytrichina*, *Euplotes*) s később rendes maggá változik; vagy pedig több magdarab növekedik világos gömbbé, melyek végre egygyéolvadva, új maggá változnak (*Parameciumok*).

Az új *n.*, vagy *n.*-ek az újraszerveződött *N.*-ből valószínűleg lefűződés útján képződnek.

Az *Oxytrichafélék* és *Euplotes* placéntája mellett 3—7 erősen fénytörő gömb válik ki, melyek később ismét eltűnnek s valószínűleg minden esetben az alfelnyláson át kiürittetnek; ez észleltetett legalább a *Stylonychia Histrionál*. Ezen erősen fénytörő gömbök a plasmában felhalmozódó apró rögöskékkel azonos természetűeknek látszanak, egészen élettelen tömegek, melyek sem petéknek, sem csíragömböknek nem felelnek meg.

lata, *St. Histrion*, *Pleurotricha lanceolata*, *Euplotes Charon*, *Vorticella microstoma*, *Epistylis plicatilis*.

Colpoda, *Blepharisma lateritia*) osztatlan marad; többnyire azonban kevés- vagy igen nagyszámú részekre darabolódik.

Az egy vagy több *n.* mindig megoszlik 2—8 részre, melyek oszlás közben az oszló magokra jellemző magorsó-szerkezetet veszik fel s némely esetekben talán kölcsönösen kicseréltetnek.

Az új *N.* képződésénél az *n.*-ek játszáik a legfontosabb szerepet. A megoszlott régi *N.* gyakran egészen kilökezik (*Colpidium*, *Chilodon*, *Glaucoma*, *Blepharisma*), vagy — pedig (*Paramecium Bursaria*) összenő egy világos gömbbel, mely maga ismét két *n.*-részlet összeolvadásából keletkezett, s új maggá változik. — A több részre darabolódott *N.* töredékeinek egy része vagy egygyéforr a világos gömbökké változott *n.*-töredékek egyikével s evvel új maggá változik; vagy pedig mind kivettetnek a *N.*-töredékek, s ez esetben az új *N.* kizárólag a *n.*-töredékek egyikéből képződik; kizárólag egy *n.*-részletből fejlődik az új *N.* azon esetben is, ha az osztatlanul maradt régi *N.* egészen kivettetik.

Az új *n.* mindig egyik *n.*-részletből fejlődik.

Mind az *N.*-nek, mind az *n.*-nek fel nem használt darabjai kivettetnek; ezek azonban sem petéknek, sem csíráknak nem felelnek meg, hanem élettelen tömegek.

Mint hogy az új *N.* egészen, vagy részben az *n.*-ből

Colpoda, *Glaucoma scintillans*, *Blepharisma lateritia*, *Chilodon cucullulus*, *Condyllostoma Vorticella*, *Bursaria truncatella*, *Stylonychia Mytilus*, *St. pustulata*, *Euplotes Charon*, *Vorticella Campanula*, *Carchesium polypinum*.

Engelmann.

Bütschli.

képződik, ez az elsőleges, az előbbi a másodlagos mag.

A *Vorticellaféléknél n.* nincsen. Ezek *N.*-ének újraszerveződése, alárendelt értékű részleteket kivéve, oly módon történik, mint ezt fentebb az *Epistylis plicatilisnél* előadtunk.

A *Vorticellaféléknek* is van *n.*-ük. Ezeknél a magképletek újraszerveződése, alárendelt értékű részleteket nem tekintve, oly módon történik, mint a fentebb tárgyalt *Carchesium polypinum*-nál.

Ezen vizsgálati eredményekből látható, hogy nem foroghat többé a körül a kérdés: vajjon peték, vagy csíragömbök s embriók képződnek-e s vajjon, melyek az igazi, a valódi ondószálacská? Ezen kérdéseket véglegesen megoldottaknak kell tekintenünk; az egybekelés megindította újraszerveződési, mintegy újraszületési folyamat részletei ellenben, különösen pedig a magképletek újraszerveződésének tüzetes ismerete, — ENGELMANN, főleg pedig BÜTSCHLI nagyértékű vizsgálatai mellett is, — további beható tanulmányokra szorúl; csak ezek fognak végre azon álláspontra vezethetni, melyen jogosan lesznek elmondhatók a költőnek BALBIANI-tól kissé elhamarkodva hangoztatott szavai: Et nunc historia est, quod ratio ante fuit!

Mindezek után három kérdés kíván még rövid megbeszélést:

1. Mi indítja meg az egybekelt ázalékállatkák szervezetének megifjodását?

2. Mily befolyása van az egybekelésnek az ázalékállatkák szaporodására?

3. Mily viszonyban van az ázalékállatkák egybekelése egyéb alsórangú szervezetekével s a petesejt termékenyítésével?

A mi az első kérdést illeti, felfogásom szerint, nem lehet kétség az iránt, hogy a megifjodási folyamatot a testállománynak azon részecskéi indítják meg, melyeket az egybekelés tartama alatt a két egyén kölcsönösen kicserél. A testállomány részecskéinek kicserélésére külön vezetékek ugyan, minőket BALBIANI látni vélt, bizonyára nincsenek; de nincs is ezekre szükség, minthogy az egybekelt egyének azon testtájon, melylyel egymást megfekszik, összenőnek, mely összenövés, mint fentebb kiemeltük, a *Stylonychiáknál* alkalmilag, a *Vorticellafélék* egyenlő nagyságú egyéneinek egybekelésénél állandóan, a két egyén teljes egygyéolvadására, a rügy-

szerű egybekelésnél pedig a mikrogonidiumnak a makrogonidiumba való teljes beleolvadására vezet. Az utóbbi esetekben, melyek az egybekelésnek mintegy superlativumát képviselik, a két egyén testállományának keverődése kézzelfogható, az előbbiben pedig a testállomány részecskéinek kicserélődése teljes jogsútsággal feltehető. Vajjon a magocska ismételt oszlása és átalakulása útján fejlődött úgynevezett «ondótokok» kicseréltetnek-e, mint BALBIANI állította, ENGELMANN és BÜTSCHLI pedig valószínűnek tartja, ezt ez idő szerint még nyílt kérdésnek kell tartanunk. Ha állana az, mit ENGELMANN valószínűnek tart, hogy ezen magocskatokok kicseréltetnek, s hogy az új magképletek a régi mag darabjaiból képződnek, úgy a legnagyobb valószínűség szólana a mellett, hogy a mag újraszerveződését a másik egyénből származó magocskatoknak a szétesett magrészekre gyakorolt behatása, tehát a magocskától végzett termékenyítés eredményezi.¹ BÜTSCHLI vizsgálatai azonban, mint a fentebbiekből kivehető, határozottan ezen felfogás ellen szólnak.

Mindezeket tekintetbe véve, ismereteink jelenlegi állásán csak annyit állíthatunk, hogy az egybekelés alatt a termékenyítés egy sajátságos neme foly le, mely a párok szervezeti megújulására, megifjodására vezet; azon elemeket azonban, melyek ezt művelik, nem ismerjük.

A második kérdésre, azaz arra, hogy mily befolyása van az egybekelésnek az ázalékállatkák szaporodására, feleletünket ismereteink jelen állásán a következőkben foglalhatjuk össze.

Az ázalékállatkáknál csupán egy szaporodási mód, az oszlás ismeretes; mert a sarjadzás voltaképpen nem egyéb, mint az oszlásnak egy neme. Az egybekelés szintén nem vezet másféle szaporodásra, mint oszlásra. Minthogy pedig valamennyi bűvár egyetért abban, hogy az egybekelés következtében megifjodott ázalékállatkák mintegy újult eréllyel indulnak oszlásnak: nem lehet kétség az iránt, hogy az egybekelés annyiban van befolyással, még pedig igen lényeges befolyással, a szaporodásra, a mennyiben a lankadó szaporodási erélyt a megifjodás által ismét feléleszti.

Már CLAPARÈDE és LACHMANN is kiemelte,² s minden újabb bűvár megerősítette, hogy az ázalékállatkák egybekelése epidemiaszerűleg lép fel, azaz: egyidejűleg mindig nagyszámú egyének kelnek egybe.

Minthogy, mint épen említettük, az egybekelés a megifjodott ázalékállatkák szaporodási erélyének ébresztésére vezet, azon újabb kérdés merül fel, hogy mi okozza egyidejűleg a nagyszámú ázalékállatkák szaporodási erélyének epidemiaszerű kimerülését?

BALBIANI szerint¹ az egybekelés az egyazon fejlődési cyclushoz tartozó ázalékállatkák több nemzedéken át oszlással szaporodott összes egyéneinek életében a cyclust berekesztő s egy újat megindító epochát képez. Szerinte az ázalékállatkák életében az ivartalan úton szaporodó nemzedékeket egész szabályszerűséggel váltaná fel az egybekelő ivaros nemzedék, melynek többnyire kicsiny egyénei nem fiataloknak, hanem ellenkezőleg a legvénebbeknek felelnek meg.

STEIN ezzel szemben azt állítja, hogy az, a mi az ázalékállatkákat egybekelésre indítja, egészen ismeretlen; bizonyos ellenben, hogy az ivaros szaporodás a legkülönbözőbb fejlődési fokon álló ázalékállatkáknál felléphet, s hogy egyidejűleg ugyanazon lelőhelynek mindig nagyszámú egyénein észlelhető. Az ivaros szaporodás — mondja továbbá — a legtöbb ázalékállatkánál nem képezi úgy, mint valamennyi magasabb állatnál, a fejlődés végeztéljét, hanem fejlődésüknek legkülönbözőbb szakára eshetik s szakíthatja azt meg.²

EVERTS a *Vorticella nebulifera* rügszerű egybekelésének tanulmányozása alkalmával azon eredményre jutott, hogy az egybekelést az elpárolgás előidézte vízhiány okozza.³

BÜTSCHLI ezen állítás helyességét nem volt képes megerősíteni, s egyéb külső agensekkel, nevezetesen különböző fokú világítással tett kísérletei sem vezettek biztos eredményre.⁴ Másfelől ellenben egyes vizsgálatai, nevezetesen azok, melyeket a *Paramecium putrinum*on tett, a BALBIANI felfogásának helyességét látszottak megerősíteni. Néhány egybekelt pár — mondja BÜTSCHLI,⁵ — november 9-én elkülönítettett. A következő napon elváltak egymástól s elkezdtek gyorsan növekedni, úgy, hogy már nov. 11-én számos példány elérte növekedésének maximumát. Néhány nap múlva a szó szoros értelmében nyüzsgött a víz a

¹ Observations et expériences sur les phénomènes sexuelles des Infusoires. CR. Tome 50. (1860) 1191—95.

² Der Org. II. 48—49.

³ Untersuchungen an Vorticella nebulifera. ZWZ. XXIII. (1873) 610.

⁴ Studien. 269.

⁵ Id. má, 270.

¹ ENGELMANN, id. ért. 630.

² Études. III. 230.

nagyszámú Parameciumtól. Nov. 14-én tömegesen indultak egybekelésnek. Ezek közül 4 pár ismét elkülönítettett, s ezeknek utódai nov. 24-én ismét egybekelésnek indultak. A szyziák egyénei mindkét esetben kicsinytermetűek voltak.

Ezen észleletek tényleg az egybekelés szabályos időszakossága, tehát a BALBIANI felfogása mellett szólnak. Az egybekelési epidemiáknak belső okból való létrejötte azonban, mint BÜTSCHLI megjegyzi, csak akkor érthető, ha tekintetbe vesszük, hogy valamely önteléknek lakói a legtöbb esetben aránylag kevés őznek oszlási sorozatát képviselik, hogy tehát minden gazdag népességű öntelékben nagyszámú egyénnek kell lenni, melyek ugyanazon geneológiai fokon állanak, s melyekben tehát az őstől örökölt belső sajátságuknak is egyidejűleg kell érvényesülni.

Részemről legkevésbé sem kételkedem abban, hogy szaporodási erély kimerülése, mely az ázalékállatkákat egybekelésre készíti, első sorban belső okokra vezetendő vissza; másrészt azonban nem merném kétségbevonni azt sem, hogy ismeretlen külső okok a szaporodási erély kimerülését siettetik s ennél fogva az egybekelési epidemiának kifejlődését elősegítik.

Indítsák meg bár az egybekelési epidemiát kizárólag belső okok, vagy ezek külsőkkel szövetkezve s együttesen hatva: annyi bizonyos, hogy az ázalékállatkák csak bizonyos ismeretlen számú nemzedékeken át képesek oszlás útján szaporodni; erre bekövetkezik a többnyire eltörpült, e szerint növekedési és táplálkozási erélyükben is hanyatlott utódok oszlási erélyének kimerülése, mely az egybekelési folyamat alatt véghez menő megifjodásra újra feléled. A mit a régi görög bölcseleőknek palingenesisről szóló tana a megvénült világ megifjodásáról mond, tényleg bekövetkezik az ázalékállatkáknál; valamint ama hipotézis szerint a rombadőlt világ chaosából megifjult s tökéletesebb világ épül fel: úgy épül fel az ázalékállatkák egybekelés alatt rombadőlt szervezetéből új, ifjú, erőteljes szervezet, mely ismét nemzedékek egész sorát képes oszlás útján létrehozni; az ázalékállatkák, mint a mesebeli Phoenix, megvénülven, újjászülik magokat.

A harmadik kérdésnek (mily viszonyban van az ázalékállatkák egybekelése egyéb alsórangú szervezetekével s a petesejt termékenyítésével?) első részét vizsgálva, ismereteink jelenlegi állásán, csakis az alsóbb moszatokat (ideértvén a zöld Flagellátokat is) s gombákat vehetjük szemügyre, mely

előbbieik között a Zoosporeáknál, a Conjugatáknál, s a mire BÜTSCHLI méltán különösen figyelmeztet,¹ a Diatomeáknál találunk analógiákat. Az állati véglények egyéb csoportjainak egybekelése részben sokkal tökéletlenebbül ismeretes, hogy sem itt tekintetbe jöhetne, részben pedig, nevezetesen a Gregarináknál, egészen más eredményre vezet s e miatt nem vehető tekintetbe.

Egy pillantást vetve az alsóbb moszatok és gombák egybekelésére, mindenekelőtt megegyezést találunk az ázalékállatkákéval abban, hogy az egybekelés az előbbieknél is a szaporodási erély fokozódását eredményezi, s hogy az előbbieknél is oszlás útján szaporodó nemzedékek cyclusát zárja be s egy új cyclust indít meg. Míg azonban a moszatoknál és gombáknál a két szaporodási cyclust nyilván minden esetben a zygosporák nyugalmi szaka szakítja meg: addig az ázalékállatkák az újra meginduló szaporodást megelőző pihenésre nem szorúlnak. Ez egyike a moszatok, gombák és az ázalékállatkák egybekelése között levő fő különbségeknek.

Hogy a moszatok és gombák egybekelése rendszeren egygyeolvadással végződik, lényeges különbségnek nem tekinthető; mert hiszen az Acineta-, meg Vorticellaféléknek s gyakran a Stylonychiáknak s talán még más ázalékállatkáknak egybekelése is teljes egygyeolvadással végződik, s mint SCHMITZ-nek a Spirogyrán tett vizsgálatai² bizonyítják, a két sejt magja a moszatoknál is ép úgy egygyeolvad, mint az egygyeolvadó ázalékállatkáknál; e szerint tehát a moszatok és ázalékállatkák egygyeolvadása még egy fontos részletében is teljesen megegyezik. Másrészt pedig tekintetbe veendő, hogy SPRITZER vizsgálatai szerint³ bizonyos Diatomeáknál, nevezetesen a Naviculaceáknál és Gomphonemcáknál az egybekelt párok plasmateste nem olvad egygyé, hanem mindegyik külön-külön auxosporává fejlődik; itt tehát ugyanazon viszonyt találjuk, mint az ázalékállatkáknál.

A Vorticellafélék rügszerű egybekelésére, — ha az apró hímsejtek, vagy spermatozoidok végezte termékenyítést (például *Volvox*) egészen figyelmen kívül hagyjuk is, — szintén találunk a moszatoknál, nevezetesen a Conjugatáknál analog folyamatot. Már a Spiro-

¹ Studien. 423,

² Bonner Sitzungsber. 4. Aug. 1879. 23. V. ö. BERTHOLD, Befruchtungsvorgänge bei den Algen. Biolog. Centralbl. I. 1881. Nr. 12. 357.

³ HANSTEIN'S Abh. Bd. I. 2. p. 70. V. ö. BERTHOLD, id. ért. 358.

gyránál mintegy jelezve van a két egyenlő nagyságú sejt közötti működési különbség: az egyik helyt marad, míg a másik hozzá húzódik s amabba beleolvad. A Sirogoniumnál az egygyeolvadó sejtek közötti működési különbség még fokozódik s már a két sejt nagyságára és befolyással van; DE BARY szerint¹ ugyanis ezen moszat két-két egyenlő sejtje térdalakúlag meghajolva, egymással érintkezésbe lép; erre mindkét sejt tartalma megoszlik, az egyikből egy, a másikkól két meddő sejt fűződik le; csak ezen oszlás után szivódik fel a sejthártya s egy kisebb sejt húzódik át a nagyobbhoz, hogy ebbe beleolvadjon. Itt is tehát egy nagyobb sejt egy kisebb sejtet (makrogonidium mikrogonidiumot) vesz fel magába épen úgy, mint a Vorticellafélék rügyszerű egybekelésénél.

Az ázálékállatkák egybekelése, mint láttuk nagyon feltűnő szervezeti megifjodásra, újraszerveződésre vezet, kérdés, vajjon ily megifjodás követi-e a moszatok egybekelését is? Erre, felfogásom szerint, határozottan igennel lehet felelni. Az újraszerveződést már az is múlhatatlanul feltételezi, hogy két sejtől egyetlen sejt képződik, mely a két sejt szervezetének tönkremenése s egy új sejtnek a kettő romjaiból való újraképződése nélkül bizonyára nem is képzelhető. Másrészt továbbá a zygospóra levélzöldjének színváltozását, a pihenési időszak után pedig a chlorophyll ismételt megzöldülését, melylyel a spórában lerakódott tartalékanyagok feloldódása együtt jár, az újraszerveződésnek félreismerhetetlen bizonyítéka gyanánt lehet és kell tekintenünk.

A moszatok zygospóráinak újraszerveződésénél azonban egy elem nem szerepel, s ez a magocska, melyet — feltéve, hogy evvel homolog képlet az egybekelő moszatsejteknel nem fordul elő — a (szájjal bíró) csillószőrös ázálékállatkák legspecziálisabb szervének kell tekintenünk.

A kérdés második részére (mily viszonyban van az ázálékállatkák egybekelése az állati petesejt termékenyítésével?) áttérve, mindekelőtt konstatálhatjuk, hogy a petesejt termékenyítési folyamata, mely mint az egysejtű lények túlnyomó s az ázálékállatkáknak legalább egy részénél, lényegében szintén két sejtnek, egy aránylag óriási s egy törpe sejtnek egygyeolvadására s az egymagukban szaporodásra képtelen sejtek egygyeolvadása által létrejött új sejtnek oszlás útján való gyors szapro-

dására vezet. Hogy a termékenyített petesejt ismétlődő oszlása által keletkező sejtnevezédek később alakjukban, szerkezetükben bizonyos törvények szerint átváltoznak s egy polymorph sejtállamban egyesülve maradnak, míg az egysejtű véglények egyenlően szervezett oszlási sarjai egyenkint, külön élnek, vagy legfeljebb igen egyszerű telepekben maradnak együtt, melyeknek egyénei összefüggésük mellett is megtartják teljes önállóságukat, külön egyéniségüket, nem akadályozhat abban, hogy a petesejt termékenyítését s a véglények egybekelését lényegében azonos folyamatnak tekintsük.

Hogy a véglények egygyeolvadása s a petesejt termékenyítése egy és ugyanazon élettani folyamatnak csak különböző módosulatait képviselik, erre meggyőző példák a *Volvox*félék, melyek között a *Pandorina Morum*-nál két egyenlő nagyságú rajzó sejt, míg a *Volvox*-nemnél egy óriási mozdulatlan sejt, egy törpe rajzó sejtrel kel egybe: amannak egybekelését valóságos egybekelésnek, az utóbbit valóságos termékenyítésnek kell tartanunk.

Az ázálékállatkák azon leggyakoribb egybekelési módja, mely az egybekelt pároknak egy testbe való olvadására nem, hanem csupán a testállomány bizonyos részeinek kölcsönös kicserélése vezet, szintén nem tekinthető oknak arra, hogy az egybekelés ezen módját a teljes egygyeolvadástól s ennek kapcsán a termékenyítéstől lényegesen különböző élettani folyamatnak tekintsük; mert hiszen a csillószőrös ázálékállatkák egybekelése is számosoknál, nevezetesen az Acineta- és Vorticellaféléknél, teljes egygyeolvadással végződik, sőt a Stylonychiák egybekelése, mint láttuk, majd teljes egygyeolvadással, majd ismét az egybekelés alatt megifjodott párok későbbi szétválásával végződik. Én azt hiszem, hogy az egybekelésnek ezen módja, mely egészen a közösülés bélyegét viseli magán, s melyet, mint említve volt, bizonyos Diatomeáknál is észleltek, a létért való küzdelemben másodlagosan fejlődött az egygyeolvadásból. A tulajdonképi cél elérésére, a kimerült szaporodási erej ébresztésére s a faj szaporodásának fokozására az egygyeolvadásnál bizonyára rövidebb s gazdaságosabb út kínálkozik azon módosulásban, melynél csupán a megifjodásra szükséges bizonyos testalkatrészek cseréltetnek ki s egyszerre két fokozott szaporodásra alkalmas egyén képződik; az ázálékállatkák egy részénél ezen módosulás jött létre s mint előnyös, épen úgy állandósult, valamint állandósult más véglényeknél s az összes állatoknál a különböző

¹ Conjugation. Leipzig. 1858. V. ö. BERTHOLD, id. ért. 356.

nagyságú sejteknek egybeolvadása, azaz: a nagy női sejtnek a törpe hímsejt útján való termékenyítése, mely bizonyára szintén másodlagosan fejlődött ki az ivaros szaporodásnak legegyszerűbb s eredeti alakjából, az egyenlő nagyságú sejtek egygyeolvadásából.

Az ázalékállatkák egybekelése alatt és után véghez menő újraszerveződésnek megfelelő folyamat a petesejt belsejében szintén véghez megy. AUERBACH-nak, BÜTSCHLI-nek, HERTWIG OSZKÁR-nak, SELENKÁ-nak, FOL-nak s több más bűvárnak a petesejt termékenyítésre s barázdolódásra való készülődése körül tett fontos tanulmányai mind azon eredményre vezettek, hogy a petesejt a termékenyítés előtt, alatt és után valóságos újraszerveződési folyamatnak színhelye, mely folyamat igen élénken emlékeztet az ázalékállatkák egybekelése alatt s után véghezmenő újraszerveződésre, megifjodásra. — A régi mag szerkezetében megváltozik, s miután magorsóvá alakult, egy részét — mint az ázalékállatkák magképleteiknek fel nem használt darabjait, vagy az egész régi magot, — egy-két *iránytestecske* alakjában kilöki, hogy erre egynemű gömbbé, úgynevezett *női pronucleus-szá* változzék. E közben, valamint a termékenyítés alatt is, a széktestecskek előbbi elrendeződése ismételve megváltozik, mit az úgynevezett *Karyolyticus képeknek, nap- vagy csillagképeknek* feltűnése s ismételenyészése kétségbevonhatatlanul bizonyít. Az újraszerveződés itt is avval ér véget, hogy oszlásra kész sejt magja megújul, még pedig oly módon, hogy a petébe hatolt termékenyítő sejtől képződő úgynevezett *hím pronucleus* a női

pronucleusszal úgynevezett *barázdálódási maggá* olvad össze.

A termékenyítés ismeretének mai álláspontján valószínűnek látszik, hogy a megifjodott ázalékállatkák magja, úgy mint a barázdolódási mag, két mag, vagy magrészlét egygyeolvadása útján jó létre. Ha tekintetbe vesszük, hogy BALBIANI és ENGELMANN szerint az egybekelt ázalékállatkák megoszlott magocskájából fejlődött tokok, az úgynevezett «ondótokok», az egybekelés alatt kölcsönösen kicseréltetnek, mit a *Paramecium*okra nézve BÜTSCHLI is valószínűnek tart; ha tekintetbe vesszük továbbá, hogy ENGELMANN szerint, a magocskatokok termékenyítőleg hatnak a szétesett mag darabjaira, minek következtében ezekből új mag képződik, s hogy BÜTSCHLI szerint a *Paramecium Bursariának* új magja egy magocskatoknak a régi maggal való egygyeolvadása útján képződik: nem tarthatjuk egészen valószínűtlennek HERTWIG OSZKÁR-nak azon felfogását, hogy az ázalékállatkák magja egybekelés alatt a női, magocskája pedig, illetőleg a másik egybekelő párból átvándorlott magocskatok, a hím pronucleus szerepét játssza.¹ Vajjon ezen felfogás helyes-e, vagy elvetendő, erre, mint a véglények alak- s élettanának oly sok más kérdéses pontjára, további vizsgálatok vannak hivatva határozott feleletet adni. Beláthatatlanul nagy még az ismeretlen mező, határtalannak látszik a bűvarkodás területe; sokaknak van és lesz még alkalmuk babért tűzni halántékukra!

¹ Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies I. (1875) 386. megj. a.

STUDIEN ÜBER PROTISTEN.

I.

ENTWICKLUNG DER KENNTNISS DER PROTISTEN.

EIN HISTORISCH-KRITISCHER ÜBERBLICK.

ERSTE PERIODE.

Die Zeit von Leeuwenhoek und Otto Friedrich Müller.

«Eines der Grössten von den Hindernissen, die sich dem Fortschritt der Naturwissenschaften entgegenstellen, ist darin zu suchen, dass die Alten, ausschliesslich mit der Ausbildung der Vernunft beschäftigt, die Erlangung von Kenntnissen durch die Sinnesorgane vernachlässigten und vorzogen, das Wesen der Dinge eher zu errathen, als es zu sehen. Da nun aber die Seele nichts kennt, was ihr nicht durch die Organe des Körpers vermittelt wird: so erfordert die Erreichung einer vollen Naturerkenntniss eben so die Mitwirkung der Sinnesorgane als des Verstandes..... Um diesem Mangel abzuhelpen, sind die heutigen Gelehrten bemüht, die Function der Sinnesorgane, besonders des Gesichtes — des edelsten, zugleich aber auch des nothwendigsten von Allen — zu verbessern und haben zu diesem Behufe zwei Arten optischer Instrumente erfunden: das Teleskop, durch welches die wegen ihrer Entfernung unsichtbaren Gegenstände angenähert werden, und das Mikroskop zur Vergrösserung der wegen ihrer Kleinheit nicht wahrnehmbaren Objecte; mit Hilfe dieser beiden Instrumente wurden binnen wenigen Jahren mehr Entdeckungen gemacht, als den Alten, trotz ihrer vielen Klügelei, selbst in Jahrhunderten gelungen waren. Diese Instrumente liessen uns die ganze Natur in einem neuen Licht erscheinen: das Teleskop lehrte uns am Himmel neue Bewegungen, neue Sterne und neue Meteore zu erblicken; das Mikroskop gestattete uns auf der Erde eine ganz neue kleine Welt und überall das Vorhandensein unendlicher Mengen von winzigen Geschöpfen wahrzunehmen, welche allen bisher Bekannten an Merkwürdigkeit nicht nachstehen».¹ Mit diesen Worten schritten im

Jahre 1666 die Redacteurs des «*Journal des Savans*» an die Mittheilung jener heut zu Tage unbedeutend erscheinenden Forschungen, welche ROBERT HOOKE mit jenem Instrumente anstellte, das berufen war die biologischen Wissenschaften zu reformiren.

Wie sieben griechische Städte darüber stritten, welche von ihnen die Wiege des unsterblichen Homer geschaukelt: so beanspruchen zwei Nationen, Italiener und Holländer den Ruhm, den Entdecker des zusammengesetzten Vergrösserungsglases (des Mikroskopes) geboren zu haben; die Italiener schreiben FONTANA und GALILEO GALILEI, die Holländer DREBEL sowie JOHANNES JANSSEN und seinem Sohne ZACHARIAS die Entdeckung des Mikroskopes zu.

Diese Controverse kann heute, nach den Forschungen von HARTING, für entschieden angesehen werden; hiernach waren es zwei Brillenschleifer zu Middelburg, JOHANNES JANSSEN und sein Sohn ZACHARIAS, die um das Jahr 1590 Linsen zu einem zusammengesetzten Vergrösserungsglase combinirten und das erste Mikroskop construirten.¹

Selbstverständlich waren die ersten Mikroskope noch sehr unvollkommen; denn gaben sie auch ein grösseres Bild, als die unter dem Spottnamen «*vitrum pulicarium*» bekannte und schon dazumal gebräuchliche Lupe, so war es doch gewiss nicht schärfer. Erst als man das Mikroskop mit zweckmässigen, bequem und leicht zu handhabenden Stativen, und seit 1715 mit Spiegeln versah, welche die Beleuchtung des Objectes von unten mit durchfallendem Licht ermöglichten; insbesondere aber nachdem es nach zahlreichen zu keinem ganz befriedigen-

¹ JOBLot, 1—2.

¹ P. HARTING, Das Mikroskop. III. Bd. Geschichte. Deutsche Originalausgabe. Braunschweig. 1866.

den Resultat führenden Versuchen im Jahre 1824 SELLIGUE, respective CHEVALIER gelungen war, die EULER'sche Theorie zu realisiren und hierdurch die sphärische und chromatische Aberration zu beseitigen, richtiger auf das möglichste Minimum zu reduciren, und selbst bei starken Vergrösserungen noch klare und scharfe Bilder zu erzeugen: erst dann wurde das Mikroskop, was es heute ist: ein — wie A. v. HUMBOLDT sehr zutreffend und schön sagt — neues Organ des Naturforschers, welches ihn in die Mysterien einer nie geahnten Welt einführte.

Aus der langen Reihe derer, die das neuerfundene Instrument blos zur Befriedigung ihrer Neugierde, oder als Auge und Gemüth ergötzenden Zeitvertreib, als ein Spielzeug edlerer Art benutzten, ragen einzelne Männer hervor, welche die hohe Bedeutung des Mikroskopes als Forschungsmittel erkannten und damit planmässige Studien anzustellen begannen, bahnbrechend und den kommenden Generationen die Richtungweisend.

Die Reihe dieser Forscher wird durch ein Mitglied der römischen Akademie der «*Luchse*» (Accademia dei Lyncei), FRANCESCO STELLUTI (Franciscus Stellutus) eröffnet, der im Jahre 1625 den Körper der Biene auf Grundlage mikroskopischer Untersuchungen beschrieb.¹ Ihm folgte MARCELLO MALPIGHI, einer der grössten Naturforscher seiner Zeit, dessen mikroskopische Untersuchungen das Thier- und Pflanzenreich zugleich umfassten. Die Arbeiten MALPIGHI's über den feineren Bau des Gehirns, der Zunge, des Tastsinnes, der Lungen und Eingeweide waren nicht minder bahnbrechend und wichtig für die weiteren Fortschritte der Wissenschaft, als seine Untersuchungen über die Entwicklung des Hühnchens im Ei, bei welchen er viel weiter gelangte, als seine Vorgänger auf diesem Gebiete: VOLCHER, COITER und FABRICIUS AB AQUAPENDENTE, — oder die von ihm gegebene musterhafte anatomische Monographie der Seidenraupe (Bombyx), die erste, welche die vollständige Anatomie eines wirbellosen Thieres liefert und auch heute noch mit Nutzen gelesen werden kann; — endlich seine Pflanzen-Anatomie, welche gleichzeitig mit dem denselben Gegenstand behandelnden Werke von NEHEMIAS GREW, im Jahre 1671 der Königlichen Gesellschaft in London (Royal Society) vorlegte. Mit GREW legte MALPIGHI den Grundstein zur Pflanzen-Anatomie und erklärte, dass die kleinsten Ein-

heiten des Pflanzen-Gewebes durch Schläuche oder Täschen (utriculi seu sacculi), das ist durch Zellen gebildet werden, was übrigens bereits ROBERT HOOKE vermuthet hatte, der den Pflanzenzellen schon im Jahre 1665 den Namen «*cells*» oder «*boxes*» beilegte.

Gleichzeitig mit dem Italiener MALPIGHI wirkte der Holländer JOHANN SWAMMERDAM, dieser ausserordentliche Mann, der Bewunderung und Mitleid in gleichem Maasse verdient, und der seine Zeitgenossen in so vielen Stücken weit übertraf; er fiel — wie K. E. v. BAER sagt¹ — ein Opfer der Wissenschaft, weil er zu früh und zu eifrig auf einem Wege vorrang, den der grosse Haufe damals noch als einen thörichten und verkehrten betrachtete.

Das Hauptgewicht der Forschungen SWAMMERDAM's fällt auf die Anatomie und Metamorphose der Arthropoden, insbesondere der Insecten, dann der Frösche, sowie auf die Anatomie einiger Mollusken, welche er mit freiem und bewaffnetem Auge studirte; vor ihm lag dieses Gebiet ganz brach, und kaum einem seiner Nachfolger war auf diesem Felde eine so reiche Ernte gegönnt, als ihm. Die anatomisch-embryologischen Beschreibungen, welche SWAMMERDAM von der Biene, den Mücken, der Ephemera, den Fliegen, Schmetterlingen, der Laus, dem Scorpion, den Schnecken, der Sepia, den Fröschen u. s. w. gab, sind klassische Schriften der zoologischen Literatur und von ewigem Werth. Auch den Furchungsprocess des Froscheies, welcher erst in unserem Jahrhundert aufs Neue gründlich studirt wurde, hat er zuerst beobachtet. Bei der Beschreibung junger Frosch-Embryonen erwähnte er, dass ihr Körper anfangs aus gleichartigen Schollen (*klootkens*) d. i. aus Zellen zusammengesetzt sei; diese Entdeckung, erst durch die Forschungen der jüngsten Zeit bestätigt, würde gewiss schon sehr früh zur Erkenntniss der Entwicklung der thierischen Gewebe geführt haben, wenn man nur ihre Bedeutung erkannt hätte.

Gleich am Anfang der auf neuen Bahnen in Gang gekommenen Forschungsrichtung, zur selben Zeit, als MALPIGHI seine planmässigen und von Ideen geleiteten Forschungen auf den feineren Bau der sämtlichen lebenden Wesen erstreckte, SWAMMERDAM aber, auf einem beschränkteren Gebiete die detaillirtesten, zum Theil erst durch die Nachwelt

¹ Reden, gehalten in wissenschaftlichen Versammlungen und kleinere Aufsätze vermischten Inhalts. I. Th., St. Petersburg. 1864. S. 31.

¹ CARUS, Geschichte der Zoologie, München 1872, S. 394.

gewürdigten genauen Studien anstellte: war es ein Landsmann des Letzteren, der reiche Private zu Delft ANTON VAN LEEUWENHOEK, der während seines der Wissenschaft gewidmeten langen Lebens, zwar scheinbar ohne jedes System, aber mit umso grösserer Ausdauer und Begeisterung, mit Hilfe selbstverfertiger Mikroskope in die Geheimnisse der organischen Welt sich vertiefte. LEEUWENHOEK gehörte nicht der Gelehrtenzunft an, wie MALPIGHI und SWAMMERDAM; er war Dilettant in der wahren, aber edlen Bedeutung des Wortes, der von leidenschaftlichem Forschungstrieb geleitet, der Biene gleich ohne Auswahl von Blume zu Blume flatternd, bald diesen, bald wieder jenen Gegenstand der Natur der mikroskopischen Untersuchung unterzog; wo er aber einmal anfasste, da drang er auch in die Tiefe, und seine zahlreichen, auf den feineren anatomischen Bau der Thiere und Pflanzen bezüglichen Entdeckungen, welche ihn unter den Mikroskopisten seiner Zeit auf den ersten Platz erheben, übertreffen an Werth Alles, was sich im XVII. Jahrhundert — wo mit dem Auftreten der systematischen Schule die mikroskopischen Untersuchungen unverkennbar dem Verfall zuneigten — auf dem Gebiete der Mikroskopie eignete.

LEEUEWENHOEK bediente sich zu seinen Forschungen keiner zusammengesetzten Mikroskope, sondern, wie ich bereits erwähnte, aus Glas oder Bergkrystall selbst geschliffener Linsen von sehr geringer Brennweite, welche, nach HARTING, eine bis 270-fache Vergrößerung gestatteten. In seinem Nachlass fanden sich nicht weniger als 247 fertige Mikroskope und 172 Linsen vor, von welchen die von ihm der Royal Society in London testamentarisch vermachten 26 Stück auch heute noch mit Pietät aufbewahrt werden.*

* Da LEEUWENHOEK seine grosses Aufsehen erregenden Entdeckungen mit selbstverfertigten Linsen machte, hielten ihn Viele für den Entdecker des Mikroskopes: so BORY DE ST. VINCENT (Dictionnaire classique d'histoire naturelle, T. 10., Paris, 1826, S. 535), so wie auch OKEN (Allgemeine Naturgeschichte, Bd. V., I. Abth., Stuttgart, 1835, S. 12); der Cardinal POLIGNAC aber pries ihn im Jahre 1747 in seinem Anti-Lucretius mit folgenden Worten:

«Microscopium, Batavis quod nuper in oris
Divina sapiens reperit Lëwenhuckius arte
Perspicuamque facem tenebris dedit esse profundis.»

Die Construction der von LEEUWENHOEK angewendeten Mikroskope findet sich genau beschrieben bei HARTING (Das Mikroskop. Bd. III. S. 36—39).

G. ENTZ, Protisten.

Von den zahlreichen Entdeckungen, welche wir LEEUWENHOEK verdanken, hat gewiss keine ein allgemeineres Aufsehen erregt, und der bis in unsere Tage heranreichenden philosophischen Speculation mehr Stoff geliefert, als die Entdeckung der mit freiem Auge unsichtbaren «Thierchen» (*animalcula*). Im Monat April des Jahres 1675 prüfte LEEUWENHOEK einige Tropfen Regenwasser, welches vier Tage in einem neuen irdenen Topf gestanden hatte, mit dem Mikroskop, und gewahrte mit Staunen, dass das Wasser lebendig ist, dass darin winzige Thierchen mit der grössten Lebhaftigkeit sich bewegen. Wahrscheinlich waren *Vorticella microstoma*, *Stylonychia Mytilus*, *Halteria Grandinella* und *Cyclidium Glaucoma* die von LEEUWENHOEK zuerst gesehenen Protisten. Später traf er seine «Thierchen» auch im Wasser von Pfützen, in verschiedenen Infusionen, in dem von faulenden Austern abgegossenen Wasser, im menschlichen Mund zwischen den Zähnen und in der Cloake von Fröschen gleichfalls in zahllosen Mengen an, und lieferte davon erkennbare Beschreibungen und Abbildungen.

Abgesehen von den Rotatorien, Anguilluliden und anderen kleinen Würmern, den Acarinen und winzigen Insectenlarven, welche LEEUWENHOEK ins Gesamt unter dem Namen «*Animalcula*» zusammenfasste, beobachtete er etwa 28 Protisten: es sind das die Folgenden:¹ *Bacterium Termo*, *Bacillus Ulna*, *Vibrio Rugula*, *Leptothrix buccalis*, *Monas* (v. *Cercomonas*) sp.?, *Trichomonas* (v. *Stereomita*) sp.?, *Anthophysa Muellieri*, *Chlamydomonas Pulvisculus*, *Euglena viridis*, *Euglena sanguinea*, *Volvox Globator*, *Synedra Ulna*, *Peridinium* sp.?, *Vorticella microstoma*, *Carchesium polypinum*, *Epistylis Anastatica*, *Vaginicola crystallina*, *Halteria Grandinella*, *Kerona Polyporum*, *Stylonychia Mytilus*, *Stylonychia pustulata*, *Balantidium Entozoon*, *Nyctotherus cordiformis*, *Paramecium Aurelia*, *Chilodon Cucullulus*, *Colpoda Cucullus*, *Glaucoma scintillans*, *Coleps hirtus*.

Zieht man in Betracht, dass LEEUWENHOEK die von ihm beobachteten Protisten von den Rotatorien, Anguilluliden, kleinen Acarinen und selbst von den Insecten nicht unterschied: so ist es leicht begreiflich, dass er, Analogieen folgend, auch bei den Ersteren eine höhere Organisation unbedingt voraussetzen

¹ Conf. EHRENBURG, Infusionsthierchen. S. 18. Anmerkung ***.

musste; und in der That begegnet man der irrigen EHRENBURG'schen Auffassung bereits bei LEEUWENHOEK. Hatten schon die mit Hilfe des Mikroskops angestellten ersten Untersuchungen zur Entdeckung so zahlreicher, ungeahnter Details, einer neuen lebendigen Welt geführt: so musste auch die Voraussetzung am nächsten liegen, dass diese winzigen Wesen gerade solche differenzirte, aber selbst mit dem Mikroskop nicht mehr wahrnehmbare Organe besitzen, wie die mit freiem Auge noch sichtbaren kleinsten Thiere, z. B. die Flöhe, Läuse u. a., deren hohe Organisation vor Anwendung des Mikroskopes gleichfalls verborgen und gänzlich unbekannt war. Jenseits der Grenze des Sehens mit bewaffnetem Auge müsse es Details geben, die wir wohl vermuthen, nicht aber erforschen können, und deshalb sagt LEEUWENHOEK mit Resignation: «*Ac tandem, ut verbo dicam, quo altius nos in Naturae arcana nos insinuare conamur, eo magis patet, nos ad ultimum ejus mysterium nunquam perventuros; licet multi, cum bono utuntur microscopio, stulte arbitrentur, nil jam visum effugere posse.*»¹

Die vom Gewohnten in welcher Richtung immer abweichenden Dimensionen üben stets einen mächtigen Eindruck auf den Menschen, und schon deshalb musste die LEEUWENHOEK'sche Entdeckung eine ausserordentliche Wirkung erzielen. Wenn LEEUWENHOEK behauptet, dass es zwischen den Zähnen, selbst im reinsten Munde, von verschiedenartigen lebendigen Thierchen, (nämlich Bakterien, Vibrionen) wimmelt, wovon die grössten im Wasser- oder Speicheltropfen, wie der Fisch Labrax Lupus munter umherschwimmen, die kleineren aber sich wie ein Kreisel um ihre Axe drehen, bald anhalten, bald aufs neue forteilen, die kleinsten endlich, welche nur mehr als winzige Pünktchen zu sehen sind, einem tanzenden Mückenschwarme gleich untereinander wimmeln,² und dass in seinem Mund, trotzdem er viel auf reine Zähne hält, mehr Thierchen leben, als Menschen in beiden vereinigten Provinzen der Niederlande³; oder wenn er behauptet, dass in einige Tage lang aufbewahrttem Regenwasser zweierlei Thierchen erscheinen, von deren Einem, den zahlreichen, mit Füssen versehenen grösseren (offenbar *Stylonychien* oder *Oxytrichen*) 30,000 zusammengenommen kaum die Grösse eines Sandkornes erreichen, die kleineren

aber (*Cyclidium Glaucoma*) kaum den zwanzigsten Theil jener Grösse besaßen, und dass er alle diese Thierchen unter dem Mikroskop eben so deutlich sich paaren sah, wie man die Vögel mit freiem Auge sehen kann¹: wird uns die allgemeine Sensation, welche durch diese und ähnliche wunderliche Beobachtungen vor 200 Jahren hervorgerufen ward, und die Gier, mit welcher die, statt reiner Induction speculative Richtungen verfolgenden Gelehrten darnach langten, begreiflich; doch fehlte es andererseits natürlich auch an Skeptikern nicht, die die mit dem Mikroskop gemachten Entdeckungen für bare Erfindung oder müssiges Spielwerk erklärten, oder sie, wie unter Anderen auch VOLTAIRE, ins Lächerliche zu ziehen bestrebt waren.*

Eine andere, mit den Protisten beinahe gleichzeitig gemachte wichtige Entdeckung, die *Samenfäden* (*Animalcula in semine*, *Animalcula spermatica*, *Zoospermia*, *Spermatozoa*, *Spermatozoidia*) waren für die Erkenntniss der wahren Natur der Protisten von äusserst verwirrendem Einfluss, und die unzähligen Theorien, welche die erste Geschichte der Protisten mit einem mystischen Schleier umweben, finden ihre Erklärung wenigstens zum Theil darin, dass Protisten und Samenfäden zusammengeworfen wurden, wozu noch zur weiteren Verwickelung der unklaren Vorstellungen der bereits erwähnte Umstand sich gesellte, dass man aus der Organisation der höheren Typen angehörigen Thiere auf die der Protisten Analogieen zog.

Ein in der Geschichte der Wissenschaft sonst unbekannter Mediciner Namens HAM (HAMMIUS oder

¹ 277.

* Der Verfasser der «*Mikroskopischen Gemüths- und Augen-Ergötzung*» findet an mehreren Stellen Gelegenheit diese Spötteleien in seiner amüsanten Manier zu geisseln; so gibt er z. B. die Beschreibung mehrerer Kolonien bildender *Vorticellinen* und des *Stentor polymorphus*, sowie Anweisungen zu deren Auffindung, wobei er sich mit folgenden Worten an die Spötter wendet: «*Finstere Spötter! Lachen Sie nur nicht über diese Anweisung! Ich glaube noch immer, dass derjenige, welcher ein unbekanntes Geschöpf zur Ehre seines Schöpfers entdeckt und in demselben eben den wunderbaren Bau gleich in den Menschen, zugleich aber die unbegreifliche und ohnendliche Allmacht und Weisheit des Ewigen Alls dabei in tiefer Ehrfurcht bewundert, eine weit nützlichere Arbeit unternommen, als ein solcher, welcher nach vielen schlaflosen Nächten und zerbissenen Federkielen, die unvergleichliche Frage beantwortet hat: Von welchem Zeug oder Stoff Methusalem seine Schlafmütze getragen habe?*» LEDERMÜLLER, I. 175.

¹ 521.

² 43.

³ 46.

LUDWIG VON HAMMEN, angeblich der Sohn eines aus Danzig stammenden niederländischen Consuls) fand im November 1677 bei der mikroskopischen Untersuchung des Samens eines an Gonorrhoe leidenden Mannes zahllose, mit Kopf und Schwanz versehene und sich selbstständig bewegend Körperchen, welche er für Producte einer pathologischen Entartung hielt; LEEUWENHOEK, dem HAM von seiner Entdeckung Mittheilung machte, setzte die Untersuchungen in dieser Richtung fort, und konnte schon im nächsten Jahre an die Royal Society zu London berichten, dass der Samen vollkommen gesunder Männer, Hunde und Kaninchen von dem freien Auge unsichtbaren, den Froschlarven einigermassen ähnlichen lebenden Wesen wimmelt, von welchen LEEUWENHOEK auch verhältnissmässig genaue Abbildungen lieferte; später entdeckte er die Samenfäden auch bei zahlreichen anderen Vertebraten und bei einigen Insecten. Aus den Untersuchungen anderer, zur selben Zeit thätiger Forscher ging aber alsbald hervor, dass die fraglichen *Thierchen* normale Bestandtheile des animalischen Samens bilden. LEEUWENHOEK war der Meinung, dass die im Samen vorkommenden Thierchen wahrhaftige Keime, echter Samen des Thieres sind, welcher in das Weibchen eingedrungen, hier gleich dem in den Boden ausgesäten Samen auskeimt und zum Fötus sich entwickelt*; er meinte sogar im Samen vom Menschen und Hund zweierlei Samenfäden, nämlich männliche und weibliche zu erkennen.**

Diese von der Bestimmung der Samenfäden gegebene erste Erklärung weicht, wie zu sehen, nicht weit von denjenigen ab, welche von PRÉVOST und DUMAS, den Vorkämpfern der auf soliden Grundlagen ruhenden heutigen Befruchtungslehre im Jahre 1824 aufgestellt wurde; jedoch suchen diese Forscher den Boden im thierischen Ei, wohin die Samen-

fäden eindringen, um sich zum Nervensystem des Embryo zu entwickeln.

Getreu seiner Auffassung, schrieb LEEUWENHOEK natürlich auch den Samenfäden eine hohe Organisation zu, was in seinen folgenden Worten klar und deutlich zum Ausdruck kommt: «Wenn wir sehen, dass die Samenthierchen während ihrer Bewegung ihren Schwanz contrahiren, können wir mit Recht schliessen, dass diesem Schwanz eben so wenig die Sehnen, Muskeln und Gelenke abgehen, wie dem Schwanz eines Eichhörnchens, oder einer Ratte; und Niemand wird darüber zweifeln, dass jene anderen Thierchen, welche in den Tümpeln umherschwimmen und an ihrer Grösse dem Schwanz eines Samenthierchens gleichkommen, mit denselben Organen versehen sind, wie die grössten Thiere. Wie wunderbar ist das Vorhandensein von Organen innerhalb solcher Thierchen.»¹

Nachdem die LEEUWENHOEK'schen Ideen Eingang gefunden, fehlte es auch an Naturforschern nicht, welche durch die Ausgeburten ihrer überschwänglichen Phantasie zu vergänglichem Ruhm gelangten. Ein niederländischer Gelehrter, Namens HARTSOEKER behauptete, die im Samen vorkommenden Thierchen bereits im Jahre 1674 entdeckt, aber die Veröffentlichung seiner Entdeckung nicht gewagt zu haben, und bildete im Jahre 1694 im Kopf der Samenfäden kleine menschliche Gestalten ab²; eine ähnliche Abbildung lieferte DELAMPATIUS (FRANCOIS PLANTADE, Secretär der Akademie zu Montpellier),³ der sogar schon die Art und Weise gesehen haben wollte, wie der mit Kopf, Rumpf und Extremitäten versehene Homunculus aus dem Samenfaden herauskriecht;* eine ähnliche Fabel gab auch der französische Maler und Anatom JACQUES GAUTIER d'AGOTY⁴ im Jahre 1750 zum Besten. Aehnliche phantastische und naive Details wollten manche ältere Forscher auch an den Protisten und anderen mikroskopischen

* «Sed mihi videtur, si sequentia solum in rei fidem alleguntur, sufficere ea posse, ad probandum ex solo masculino semine fructum prodire, foeminam vero instar naturæ agri fructum tantum fovere, alere atque augere». (Vgl. H. A. PAGENSTECHER, Allgemeine Zoologie. I. Th. S. 55.)

** «Sed jam, ubi etiam in seminibus masculinis animalium, avium, piscium, imo etiam insectorum repperi animalcula, multo certius esse statuo, quam antea, hominem non ex ovo, sed ex animalculo in semine virili oriri; ac præsertim cum reminiscor me in semine masculino hominis, et etiam canis, vidisse duorum generum animalcula. Hoc videns mihi imaginabar, alterum genus esse masculinum, alterum foemininum.» Arcana Naturæ, 30.

¹ LEEUWENHOEK, Epistol. physiolog. XLI. S. 393. Conf. DUJARDIN, 22.

² Essai de dioptrique, 1694. Conf. MILNE-EDWARDS, Leçons sur la Physiologie etc., Paris, 1865, VIII. 339.

³ Nouvelles de la république des lettres. 1699. S. 522. Conf. EHRENBURG, 466.

* Nach MILNE-EDWARDS wollte die Mittheilung von PLANTADE muthmasslich eine Satyre sein; trotzdem wurde sie von Manchen für Ernst gehalten und geglaubt. Op. cit. VIII. 356, (1).

⁴ Zoogénie ou génération de l'homme. Conf. EHRENBURG, 466.

Thieren beobachtet haben; so bildet JOBLÖT die Anguilluliden mit wahrhaftigen Schlangenköpfen ab,¹ einen für *Euglena* zu haltenden Protisten zeichnet er² mit breitem Maul, Rüssel und gut ausgebildetem Säugethiergehör ab, wodurch derselbe einem See-Elefanten (*Macrorhinus proboscideus*) en miniature sehr ähnlich wird; ferner trägt ein phantastisches Thierchen, welches für eine kleine Wassermilbe zu halten wäre, ein wildes Männerantlitz zur Schau,³ mit zornig gefurchter Stirne, mit Nase, Mund, glattem Kinn und einem respectablen Schnurrbart, der selbst einem Husaren zur Ehre gereichen würde; beim Zeichnen von *Paramecium Aurelia*⁴ diente endlich JOBLÖT augenscheinlich sein eigener Pantoffel als Modell.

Auch JOHANN CONRAD EICHHORN, der wackere Pastor zu Danzig, wurde hin und wieder von seiner Phantasie fortgerissen; er sagt z. B. von einem Protisten, in welchem die *Euglena viridis* zu erkennen ist, mit ehrlicher Naivität Folgendes: «Dieses ist eines der wunderbarsten Thiere, es ist wie ein durchsichtiger Schleim, und doch ein wahrer organischer Körper, der sich ganz willkürlich bewegen kann, seine Nahrung suchet, sie kauft und niederschlucket — — Es ist über die Massen klar und durchsichtig, sein Kopf war accurat gestaltet wie ein Ochsen-Kopf mit einem ordentlichen Ochsen-Maul, bei der Nase und wo das Ohr sein sollte, hatte es eine Öffnung, die weit heller war, wie die andern Theile. Das Wunderbarste war, wenn es seine Nahrung herunterschluckte, und lässt sich dieses unmöglich beschreiben, noch deutlich mit Worten ausdrücken. Es schien, als wenn es beide Kinnbacken wie ein Ochs zusammen drückte, und wieder käuete».⁵

JOHN HILL war der Erste, der im Jahre 1751 die Samenfäden in das System des Thierreiches aufnahm⁶ und gemeinsam mit den *Vorticellinen* in das Genus *Macroceros* einreihete; auch von PALLAS wurden sie für mit *Volvox* verwandte Thiere gehalten.⁷ OTTO FRIEDRICH MÜLLER, der, wie er selbst gesteht,⁸ den thierischen Samen nie untersucht hat, ist ge-

neigt die Samenfäden mit dem Namen *Cercaria Gyrimus* unter die Infusionsthierchen in das Genus *Cercaria* einzureihen, — übrigens ein chaotisches Geschlecht, wo nebst wirklichen *Cercarien*, d. h. Larven von Distomeen, auch noch *Urocentrum Turbo*, *Euglenen*, *Ceratium*, *Coleps*, *Ichthydium* und verschiedene Rotatorien unter einen Hut gezwängt sind. LINNÉ verhielt sich in jüngeren Jahren den mikroskopischen Entdeckungen gegenüber mit grossem Skepticismus; er leugnete die animalische Natur der Samenfäden und erklärte dieselben, sowie auch die LEEUWENHOEK'schen *Animalcula* für passiv bewegte Oeltheilchen (*particula oleosa*); am Abend seines Lebens hingegen reihete er sie sammt den früher ignorirten Protisten, in das *Chaos infusorium* ein¹; ihn befolgte BLUMENBACH, der² im Jahre 1791 die Samenfäden unter dem Namen *Chaos spermaticum* gleichfalls den Infusionsthierchen anreihet. BORY de ST. VINCENT stellt im Jahre 1824 unter den Infusionsthierchen eine eigene Familie, die *Cercariées*, für die Samenfäden auf, in welcher er sie unter dem generellen Namen *Zoospermos* zusammenfasst.³ K. E. v. BAER in der BURDACH'schen Physiologie (1826), sowie auch JOHANNES MÜLLER (1827) hielten sie noch für Infusionsthierchen; der Erstere betrachtete sie jedoch schon im Jahre 1827, gleich den Blutkörperchen, für Elemente des Organismus⁴ auf einer niedrigen Stufe des selbstständigen Lebens, und gebraucht anstatt der etymologisch unrichtigen Benennung *Zoospermos* oder *Zoospermia* zuerst den Ausdruck *Spermatozoa*. CUVIER zählt sie in der 1838-er Auflage des «Règne animal» wieder unter dem Namen *Cercaria* zu den Infusionsthierchen. Endlich wurden sie durch EHRENBURG selbst noch im Jahre 1838 unter dem Namen *Trematoda Pseudogastrica* zu den Trematoden gerechnet;⁵ nach ihm sollten sie eben solche, mit eigener animalischer Natur begabte Parasiten sein, wie die in der Leber von Schnecken vorkommenden Cercarien.

Aus dieser kurzen historischen Übersicht geht zur Genüge hervor, wie innig die Geschichte der Samenfäden und der Protisten mit einander verflochten sind, und es wird daraus der störende Ein-

¹ I. 11. T. I.

² t. 3. G.

³ t. 6. 12.

⁴ t. 10. 23.

⁵ EICHHORN, 55. t. V., O, P, R.

⁶ *Historia animalium*, Conf. EHRENBURG.

⁷ PALLAS, *Elenchus Zoophytorum*, 416.

⁸ O. F. MÜLLER, 120.

¹ Conf. Syst. Naturæ, edit. XII.

² Handbuch der Naturgeschichte, V. Aufl., Göttingen, 1797, S. 475.

³ Dictionnaire classique d'histoire naturelle, Tom. 16.

⁴ Acta Leopoldina. Vol. XIII. Conf. EHRENBURG, 467.

⁵ EHRENBURG, 467.

fluss leicht begreiflich, welchen diese Verquickung auf die Erforschung der wirklichen Natur der Protisten ausübte. Diese Verwicklung wurde nach langem Umherirren eigentlich erst während der letzten 25 Jahre gelöst; nachdem nämlich die von BARRY im Jahre 1840 mitgetheilte Beobachtung, dass er die Spermatozoën in das Kaninechnei eindringen sah, anfangs gar keinen Glauben gefunden, wurde endlich zu Beginn der 50-er Jahre durch NELSON, NEWPORT, KEBER, MEISSNER, BISCHOFF und Andere nachgewiesen, dass die Samenkörperchen bei der Befruchtung thatsächlich in das Ei eindringen und keine im Samen lebende Parasiten sind, sondern, wie PRÉVOST und DUMAS im Jahre 1824, ja SPALLANZANI sogar schon im vorigen Jahrhundert, auf genaue Versuche gestützt, behaupteten, die wichtigsten Elemente des Samens bilden, welche, wie bereits v. BAER hervorhob, am zutreffendsten mit den Blutkörperchen zu vergleichen sind.

Zur Kenntniss der durch LEEUWENHOEK entdeckten winzigen Thierchen trugen bis Ende des verflossenen Jahrhunderts HARRIS, JOBLLOT, BAKER, TREMBLEY, ROESEL, LEDERNÜLLER, BONNET, WRISBERG, PALLAS, MÜNCHHAUSEN, SAUSSURE, GOEZE, WAGLER, ROFFREDI und TERECHOWSKY, HERMANN, SPALLANZANI, EICHHORN, GLEICHEN (genannt RUSSWORM), insbesondere aber ihr Systematiker OTTO FRIEDRICH MÜLLER Beträchtliches bei. Alle diese Untersuchungen haben zu einer präzisen Auffassung der Organisation der Protisten allerdings nicht geführt; um so reichlicheres Material lieferten sie hingegen für die Speculationen der Naturkundigen des vorigen Jahrhunderts. Ihr rasches Auftreten in Staunen erregender Anzahl in thierische und pflanzliche Theile enthaltenden faulenden Infusionen, so wie im reinen Regenwasser, das constante Vorkommen der für Thierchen gehaltenen beweglichen Körperchen im Samen; die in ihren Hauptzügen leicht erkennbare hohe Organisation einzelner Thierchen, welche heute, selbstverständlich, nicht mehr zu den Protisten gerechnet werden: all diese Umstände führten in ein Labyrinth zum Theil ganz bizarrer und abenteuerlicher, zum Theil die Ahnung des Wahren in sich bergender, geistreicher Hypothesen — zu einer Zeit, wo der Weg für die Induction noch weniger geebnet war, — wo zuerst die Vermuthung sich zu regen begann, dass die Gewebe der höheren Organismen aus kleinen lebendigen Einheiten zusammengesetzt sind, — wo die Untersuchungen von

SWAMMERDAM, später von RÉAUMUR und Anderen jenes wunderbare Bild von der Metamorphose der Insecten enthüllten, und wo die Embryologie, die Physio- und Pathologie noch ohne Compass umherirrten.

Die nach den Ursachen der Seuchen forschende Pathologie zog die winzigen Thierchen alsobald mit Begeisterung in den Kreis ihrer Speculationen, und die Lehre, welche diese Thierchen der Infection beschuldigte, gelangte unmittelbar nach Entdeckung der Protisten zur selben allgemeinen Verbreitung, wie jene andere, welche heutiges Tages die Infection den *Micrococcen*, *Bacterien* und anderen *Schizomyecten* zuschreibt. Die die Ursache der Krankheiten aus der Verderbniss der Säfte ableitende Humoralpathologie glaubte in den Protisten die Erreger der Säfteentmischung ebenso gefunden zu haben, wie die PARACELS-sche Lehre, wonach die Seuchen im Inneren der Organismen auf die nämliche Art sich entwickeln, wie diese selbst, das heisst aus Keimen. Ein anonymen Engländer machte schon im Jahre 1676 den Vorschlag, zur Zeit des Wüthens epidemischer Krankheiten die in der Luft schwebenden pathogenen Thierchen durch Trompeten- und Paukenschall und Kanonendonner zu verscheuchen. LANCISI suchte im Jahre 1717 die Ursache der Italien verheerenden Malaria in den kleinen Thierchen der Sümpfe; FRIEDRICH HOTTMANN erwähnt im Jahre 1720, dass er zu Berlin während des Herrschens epidemischer Krankheiten zahlreiche winzige Würmer im Wasser gefunden habe; auch VALLISNIERI, GRIFFON und LEBÈGNE hielten mikroskopische Thierchen für die Ursache der in den ersten Decennien des vorigen Jahrhunderts wüthenden Pest; in einem zu Paris im Jahre 1726 erschienenen Buche sind die Ohnmachten, Koliken, Thränenfisteln etc. verursachenden kleinen Thierchen sogar beschrieben und abgebildet.¹ Auch LINNÉ schrieb den kleinen Thierchen als Erregern von Krankheit und Zersetzung eine grosse Bedeutung zu und hob in der XII. Auflage der *Systema Naturæ* hervor, dass es ausser dem *Chaos infusorium* «verschiedene belebte Theilchen in der Welt gebe, welche vielleicht auch zu diesem Geschlechte gehören, aber noch nicht genug entdeckt oder untersucht worden sind, als da sind: die Ansteckung derjenigen Krankheiten, welche mit einem Ausschlage verknüpft sind; der Zunder der

¹ Conf. EHRENBURG, VIII.

hitzigen Fieber; das Gift der Venusseuche; die von LEEUWENHOEK entdeckten Samenthierchen; das Flockengewebe, welches im Frühling in der Luft hängt; endlich das, was die Gährung und Fäulniss verursacht». ¹

Es ist in der That überraschend, wie nahe der tiefblickende LINNÉ mit seiner über die Erreger contagiöser Krankheiten, sowie über die Fäulniss und Gährung gebildeten Meinung der für neu gehaltenen heutigen Auffassung stand, welche sich demnach keineswegs als eine Errungenschaft der jüngsten Zeit herausstellt, wofür sie gewöhnlich gehalten wird; im Gegentheil ist sie nur auferstanden, nachdem sie durch die Autorität EHRENBURG's eine Zeit lang unterdrückt gehalten war, und liefert ein lehrreiches Beispiel jener eigenthümlichen Schwankungen, welche im Auftauchen, Verschwinden und Wiederauftauchen gewisser Theorien bestehen, und in der Geschichte der Wissenschaften häufig genug angetroffen werden.

Auch von den Naturphilosophen des vorigen Jahrhunderts wurde die Entdeckung der unsichtbaren Welt rasch erfasst und zur Erklärung der Mysterien des Lebens geschickt ausgebeutet.

Die Atomenlehre des altgriechischen Philosophen DEMOKRITOS, des Abderiten, wurde durch den berühmten DESCARTES (CARTESIUS) im Jahre 1630 zu neuem Leben erweckt und machte den Denkern des XVII. und XVIII. Jahrhunderts viel zu schaffen. Dieser Lehre gemäss wären die Organismen aus grösseren und kleineren Kügelchen, Urtheilchen, Atomen zusammengesetzt, welche sich in fortwährender, wirbelnder Bewegung befinden; der lebende Organismus selbst ist eine unbeseelte Maschine, welche durch die Wirbel der Atome bewegt wird. War nun die Annahme nicht sehr nahe gelegen, dass LEEUWENHOEK die lebenden Atome entdeckte, dass die in den Infusionen rasch auftretenden Protisten nichts weiter, als jene lebenden Atome sind, welche aus den zerfallenden organisirten Körpern freigeworden, ihr Leben selbstständig fortsetzen? Die Richtigkeit dieser Annahme hatte jedenfalls eine sehr grosse Wahrscheinlichkeit für sich; das Gebiet der Speculationen bot die verlockendsten Aussichten

auf die schönsten Ergebnisse, welchen nicht zu widerstehen war. Auf diese Weise entwickelten sich mit wahrer Meisterschaft ausgearbeitete Theorien, worunter die BUFFON'sche gewiss die interessanteste, in der Conception geradezu grossartig ist. Einzelne ihrer Thesen kamen in unseren Tagen aufs Neue zur Geltung; ja sie birgt — wenn der Ausdruck gestattet ist — gewissermassen die Prophezeiung der heutigen Cellulartheorie in sich.

Nach BUFFON¹ wären die Organismen, Pflanzen sowohl als Thiere, aus kleinen lebenden Partikelchen, aus *organischen Molekülen* (*molecules organiques, parties organiques, parties vivantes*) aufgebaut, welche weder den Pflanzen, noch den Thieren beizuzählen sind, sondern eine mittlere Stellung einnehmen: d. h. Pflanzen und Thiere bilden eine Gesellschaft, einen Staat von organischen Einheiten, und das Gesammtleben der Letzteren bildet das Leben der Pflanze oder des Thieres. Diese organischen Einheiten sind vielfacher Gruppierungen fähig, und durch die Verschiedenartigkeit der Gruppierung entstehen die verschiedenen Pflanzen und Thiere; von der Art der Gruppierung ist ferner auch die physiologische Function der einzelnen Organe abhängig. Was gemeinhin der Tod der Organismen genannt wird, ist eigentlich nichts weiter, als ein Prozess, bei welchem die den Organismus bildenden Moleküle, über welche der Tod keine Macht besitzt, ihre Gruppen verlassen; in folge dessen hört das Gesammtleben zwar auf, die unsterblichen Moleküle* hingegen setzen ihr Leben einzeln fort, und dies sind die von LEEUWEN-

¹ Histoire des Animaux, 1748. Conf. Oeuvres complètes de BUFFON. Par M. Flourens. Paris. 1853. Tom. I, 2-e partie. Histoire generale des animaux, insbesondere Chapitre III. De la nutrition et du développement, und Chap. IV. De la génération des animaux S. 447 bis 453, 454 bis 464. und die Récapitulation auf S. 655 bis 659.

* BUFFON basirte die Unsterblichkeit der Moleküle offenbar theils auf die von NEEDHAM bereits im Jahre 1743 gemachte sensationelle Entdeckung, dass die scheinbar todtten Anguilluliden in dem von ihnen ergriffenen Weizensamen (*blé niellé*) nach der Befeuchtung aufs neue aufleben, theils auf eine andere Beobachtung NEEDHAM's (S. 565), wonach auch in den aus gebratenem Fleisch bereiteten Infusionen Thierchen sich entwickeln, was BUFFON dadurch erklärte, dass die das Fleisch bildenden Moleküle durch das Braten nicht abgetödtet werden. Im Uebrigen wurde die ganze Auffassung BUFFON's wahrscheinlich auch durch LEIBNITZ beeinflusst, der gleichfalls die Zusammensetzung der Organismen aus lebenden Einheiten (Molekülen) lehrte, welche Einheiten durch eine Central-Monade regiert würden.

¹ Conf. RITTERS CARL VON LINNÉ, königlich schwedischen Leibarztes etc. vollständiges Natursystem, nach der zwölften lateinischen Ausgabe von PHILIPP LUDWIG STATIUS MÜLLER. VI. Th. II. Bd. Nürnberg. 1775. S. 928.

HOEK entdeckten «Thierchen»; andererseits können sie sich zu neuen Gruppen vereinigen und auf diese Weise zur Bildung verschiedener zusammengesetzter Organismen führen. Die Ernährung der Thiere und Pflanzen geht in der Weise vor sich, dass die Ersteren unmittelbar oder mittelbar aus den Pflanzen, die Letzteren aber aus dem Boden lebende Moleküle aufnehmen, welche zwischen die bereits Vorhandenen eingeschaltet werden, wodurch der Organismus stetig wächst; neben den lebenden nehmen zwar die Organismen auch leblose Moleküle (*molecules brutes*) auf, jedoch werden diese durch die Secretionsorgane wieder ausgeschieden. In jenem Stadium des Lebens, wo die Entwicklung der Pflanze oder des Thieres bereits bis zum Höhepunkt gediehen ist, werden die in der Nahrung fortwährend aufgenommenen organischen Moleküle nicht mehr zur weiteren Entwicklung der Organe, sondern lediglich als Ersatz für die verbrauchten verwendet; der Ueberschuss sammelt sich aus allen Theilen des Körpers in einem oder mehreren besonderen Organen, den Geschlechtsorganen an; diese bilden nachher die Geschlechtsprodukte, welche nach dem Gesagten gewissermassen aus der Quintessenz sämtlicher Körpertheile bestehen und sich entweder unmittelbar oder, bei Thieren mit getrenntem Geschlecht, nach erfolgter Vermischung des männlichen und weiblichen Geschlechtsproduktes zu den, den elterlichen vollkommen gleichen Organismen gruppieren. Die nach BUFFON auch in den Sexualsecreten der Weibchen vorkommenden «Thierchen» sind lediglich aus allen Körpertheilen vereinigte organische Moleküle. Die Entstehung der Eingeweidewürmer, welche bis zur jüngsten Zeit zu so vielen Hypothesen Anlass gab, wird von BUFFON in vollkommener Uebereinstimmung mit seiner Theorie in der Weise erklärt, dass die Würmer gerade so, wie die Organe und Jungen

BUFFON's grossartige Idee von der Unsterblichkeit der Moleküle und ihrem Kreislauf in der Natur findet sich in dem Artikel über das Rind in der Kürze am klarsten dargestellt: «Diese Theilchen gehen von einem Körper zum andern über, und sind einem jeden zum wirklichen Leben, zur Dauer desselben, zum Unterhalt und Wachsthum in gleichem Maasse beihilflich. Nach der Auflösung des Körpers und seiner Verwandlung in Staub und Asche überleben ihn die organischen Theilchen, über welche der Tod keine Gewalt hat, noch immer. Sie ziehen in der Welt herum, um ihnen Unterhalt und Leben zu ertheilen.» Herrn von BUFFON's Naturgeschichte der vierfüssigen Thiere. I. Bd. Troppau. 1785. S. 317.

des Thieres, durch die Gruppierung organischer Moleküle zu Stande kommen, mithin im Wirthe selbst erzeugt werden.

Trotzdem diese geniale Theorie BUFFON's in der ganzen Verkettung der aus ihr gezogenen Folgerungen heut zu Tage für verfehlt erklärt werden muss, enthält sie in ihren Einzelheiten ohne Zweifel viele, durch die Forschungen der Nachwelt bestätigte Ansichten. Insbesondere ist die Ansicht BUFFON's, wonach die Organismen aus lebenden Molekülen zusammengesetzt sind, kein Ergebniss der reinen Speculation, sondern stützt sich auf Beobachtungen. Dass der Pflanzenkörper aus Zellen besteht, davon hatten, wie oben erwähnt, schon HOOKE, GREW und MALPIGHI einige Ahnung; ausserdem konnte TURBERWILL NEEDHAM, mit welchem BUFFON sehr innige wissenschaftliche Beziehungen unterhielt, diesem die auf zahlreiche Untersuchungen gestützte Mittheilung machen, dass alle Pflanzentheile aus kleinen lebenden Partikelchen zusammengesetzt sind;¹ diese Untersuchungen berechtigten BUFFON, seine These dahin zu verallgemeinern, dass sämtliche Organismen aus lebenden Molekülen oder, wie der heutige technische Ausdruck lauten würde, aus Zellen bestehen, Zellenstaaten sind; und mit demselben Recht kann behauptet werden, dass die BUFFON'sche Theorie eine Prophezeiung der Zellentheorie in sich birgt, mit welchem Rechte OKEN, nach dem Auftreten von SCHLEIDEN und SCHWANN im Jahre 1843 das Verdienst für sich reclamirte,² durch die *Urbälchen- und Infusorien-Theorie* den Grundstein zur Zellentheorie bereits im Jahre 1805 gelegt zu haben, ob schon seine Hypothese eigentlich nichts weiter ist, als eine Reproduction der BUFFON'schen mit anderen Ausdrücken.* Die BUFFON'sche Ansicht, wonach der

¹ BUFFON, Op. cit., 566.

² Lehre der Naturphilosophie. Dritte, neu bearbeitete Auflage. Zürich, 1843. S. III.

* «Besteht die organische Grundmasse aus Infusorien, so muss die ganze organische Welt aus Infusorien entstehen. Pflanzen und Thiere können nur Metamorphosen von Infusorien sein.

«Ist dieses, so müssen auch alle Organisationen aus Infusorien bestehen, und sich bei ihrer Zerstörung in dieselben auflösen. Jede Pflanze, jedes Thier verwandelt sich bei der Maceration in eine schleimige Masse; diese verfault, und die Flüssigkeit ist mit Infusorien angefüllt.

«Das Faulen ist nichts anders als ein Zerfallen der Organismen in Infusorien, eine Reduction des höheren Lebens auf das Urleben.

Körper höherer Thiere und Pflanzen aus Millionen von kleinen Thierchen zusammengesetzt ist, deren Gesamtheit das ganze Thier bildet¹ — wurde von vielen Naturforschern des vorigen Jahrhunderts, unter Anderen auch von WRISBERG,² und selbst von LINNÉ getheilt.

Derjenige Theil der BUFFON'schen Theorie, wonach die LEEUWENHOEK'schen Thierchen den durch den Zerfall der thierischen und pflanzlichen Gewebe frei gewordenen lebenden Molekülen entsprechen würden, ist eigentlich nur eine geistreiche Erläuterung der Generatio aequivoca, welche trotz der bahnbrechenden Forschungen von REDI, VALLISNIERI, RÉAUMUR u. A. noch immer allgemein geglaubt wurde. Die Vermehrung der Protisten durch Generatio aequivoca aber wurde bis EHRENBURG nur von Einzelnen (JOBLOT, SPALLANZANI) bezweifelt, sie

«Die Organismen sind eine Synthesis von Infusorien. Die Erzeugung ist nichts anderes, als eine Zusammenhäufung unendlich vieler Schleimpunkte, Infusorien.

«Es sind nämlich die Organismen nicht schon im Kleinsten ganz und vollständig gezeichnet, präformirt enthalten; sondern nur infusoriale Bläschen, die durch verschiedene Combinationen sich verschieden gestalten und zu höheren Organismen aufwachsen. — Op. cit., S. 155, §. 940 bis 943.

Ebenso, ja sogar mit mehr Berechtigung, könnte man in GOETHE, welcher dieselbe Idee bei Weitem klarer ausdrückt, den Propheten der Zellentheorie verehren, nach seinen im Jahre 1807 niedergeschriebenen folgenden Worten: «Jedes Lebendige ist kein Einzelnes, sondern eine Mehrheit; selbst insofern es uns als Individuum erscheint, bleibt es doch eine Versammlung von lebendigen, selbständigen Wesen, die der Idee, der Anlage nach gleich sind, in der Erscheinung aber gleich oder ähnlich, ungleich oder unähnlich werden können.» (Morphologie. Sämmtliche Werke. Mit Einleitung von KARL GOEDEKE. IX. Bd. Stuttgart 1875, S. 324.) Ferner nach folgenden Worten seines im Jahre 1820 geschriebenen kurzen Gedichtes, «*EpirrHEMA*»

Freuet Euch des wahren Scheins,
 Euch des ernstesten Spieles:
 Kein Lebend'ges ist ein Eins,
 Immer ist's ein Vieles.

Und mit Recht sagt GOEDEKE in der zur «Morphologie» geschriebenen Einleitung: «Er steht dicht an der Erklärung, welche die spätere Wissenschaft geliefert hat, und fand sie nur nicht, weil das Mikroskop noch nicht ausgebildet genug war, um das eigentliche Organ des Pflanzenlebens, die Zelle, zu entdecken.» (Op. cit., S., XXII. Die Keime alldieser Ideen sind jedoch entschieden auf BUFFON zurückzuführen, dessen Werke GOETHE, wie er an mehreren Stellen selbst bemerkt, mit Interesse studirte.

¹ BUFFON, Op. cit. VI., S. 928.

² WRISBERG, 89.

wurde auch für ganz natürlich, für einen auf festen Grundlagen ruhenden Lehrsatz gehalten. Der alte Satz «*corruptio unius generatio alterius*» genoss noch allgemeinen Credit; selbst OTTO FRIEDRICH MÜLLER huldigte demselben, wie dies aus seinem aus den OVID'schen Metamorphosen gewählten Motto ganz klar hervorgeht:

Nonne vides, quaecunque mora fluidoque liquore
 Corpora tabuerint, in parva animalia verti?

Die aus verschiedenen organischen Stoffen bereiteten Infusionen, welche die Forscher des vorigen Jahrhunderts vorwiegend beschäftigten, schienen alle zu beweisen, dass die Infusionsthierchen aus den zerfallenden Geweben durch generatio aequivoca entstehen; und selbst die specielle Benennung der Protisten: «*Infusionsthierlein*», «*animalcula infusoria*», «*Infusionswürmer*»,¹ welche zuerst von LEDERMÜLLER im Jahre 1761 gebraucht² und von WRISBERG acceptirt,³ alsobald zu allgemeiner Verbreitung gelangte, birgt die Auffassung in sich, dass die Protisten in Infusionen entstehen.

In neuester Zeit hat GUSTAV JAEGER sehr wunderbare Beobachtungen über das Zerfallen der Gewebe Süßwasserpolyphen mitgetheilt,⁴ welche, wenn sie sich bestätigten, geeignet wären für die Richtigkeit der längst vergessenen BUFFON'schen Auffassung zu sprechen. Nach genanntem Forscher soll nämlich die Hydra unter gewissen Verhältnissen von selbst in Zellen zerfallen, welche in der Form von *Amoeben* selbstständig weiter fort leben, sich ernähren und fortpflanzen und schliesslich encystiren. Sind diese Amoeben etwas anderes, als die zu freiem Leben gelangten BUFFON'schen Moleküle? JAEGER, der, wie sattem bekannt, mit der Aufstellung kühner Hypothesen durchaus nicht geizt, meinte in diesem Vorgang eine eigenthümliche Fortpflanzung der Hydra zu erkennen, welche er als «*Diaspermogenesis*» bezeichnet, deren Existenz jedoch bisher von keiner Seite Bestätigung fand.

¹ Bei JOHANNES FÖLDI in «*Természethistória*» (Naturgeschichte) etc., Pressburg 1801, S. 425.

² «Diese Kreaturen (i. e. die Würmer im Heuwasser) gehören mit in die Classe der Infusionsthierlein.» I. 88.

³ Observationum de Animalculis infusoriis satura. Göttinge. 1765.

⁴ Ueber das spontane Zerfallen der Süßwasserpolyphen, nebst einigen Bemerkungen über Generationswechsel. (Sitzungsber. d. math. naturwiss. Classe d. Kais. Akad. der Wissensch., Bd. 39., Wien. 1860., S. 321.

Jener Theil der BUFFON'schen Theorie, welcher sich auf die Ernährung der Pflanzen bezieht und kurz dahin lautet, dass die Pflanzen aus dem Boden lebende Moleküle (welche, wie wir sahen, nach BUFFON mit den von LEEUWENHOEK entdeckten Thierchen identisch sind) aufnehmen, wurde im Jahre 1867 durch RUNGE in etwas veränderter Form aufgefrischt.¹ RUNGE überraschte nämlich die Welt mit einer Theorie, wonach der Humus des Bodens von einer ganzen lebenden Welt von Protisten bevölkert wäre, deren Leiber zerfallen und von den Pflanzen als Nahrung aufgenommen werden. Die Ernährung der Organismen würde demnach, wie bei BUFFON, auf die Protisten zurückzuführen sein, und die kleinen lebenden Moleküle würden die ganze lebendige Natur erhalten. Von dieser recht schönen, aber, wie zu sehen war, nichts weniger als originellen Idee entspricht jedoch nur so viel der Wirklichkeit, dass im Humus neben überaus zahlreichen einzelligen Algen und Schizomyceten besonders viele prächtige Rhizopoden gedeihen, welche indirect gewiss auch für die Pflanzen Nährstoffe liefern, und bei der Ernährung einiger, beispielsweise der auf Felsen gelagerten Moose, ohne Zweifel eine sehr wichtige Rolle spielen.

Endlich ist jener Theil der BUFFON'schen Theorie, welcher auf die aus allen Theilen des Körpern in die Geschlechtsdrüsen zusammenlaufenden lebendigen Moleküle sich bezieht, in der von DARWIN im Jahre 1868 zur Erklärung der Vererbung aufgestellten Hypothese der *Pangensis* im Wesentlichen zu neuem Leben erwacht.

Andere Naturforscher haben ohne Zweifel unter dem Einfluss des lebhaften Eindrucks, den die bewunderungswürdigen Entdeckungen SWAMMERDAM's über die Metamorphose der Insecten hervorriefen, die winzige Welt mit den Insecten in Beziehungen gebracht. So wurde im Jahre 1694 von HARTSOEKER behauptet,² dass die LEEUWENHOEK'schen Thierchen nichts anderes wären, als Larven in der Luft umherfliegender, unsichtbarer Mücken, welcher Ansicht im Jahre 1734 auch RÉAUMUR sich anschloss, dessen grosse Autorität sie auch in weiteren Kreisen verbreitete. Diese durchaus verfehlte Ansicht stützt

sich auf falsche Folgerungen, welche offenbar aus der Entwicklungsgeschichte theils der Mücken, theils der Essigfliege (*Drosophila*) gezogen waren; die im Wasser lebenden Larven der Ersteren wurden nämlich zu jener Zeit selbst von Naturforschern mit den Protisten, die Letzteren aber mit den bis zum Auftreten EHRENBURG's allgemein für Infusorien gehaltenen Anguilluliden verwechselt. Gegen diese Auffassung richten sich die folgenden Worte O. FR. MÜLLER's: «(Infusoria) insectorum more metamorphosin subire, nullo nititur fundamento; vermesque aceti in muscas mutati verae larvæ sunt ab Anguillulis diversissimi.»¹ Uebrigens wurde das Wort «Insect», selbst noch nach dem Erscheinen des LINNÉ'schen Natursystems, ja man darf sagen im ganzen XVIII. Jahrhundert einem überaus schwankenden Begriffe beigelegt, und selbst von Gelehrten beiläufig mit derselben Willkür angewendet, wie z. B. heute noch der Ausdruck «Wurm» im Volksmunde. Hierin ist die Erklärung zu suchen, warum in den Werken zahlreicher Autoren, wie z. B. des berühmten TREMBLEY, ROESEL, LEDERMÜLLER u. A. die Protisten eben so, wie andere kleine Wasserthiere, Hydren, Ringelwürmer, Rotatorien, Bryozoen und kleine Schnecken, gelegentlich oder consequent Insecten genannt werden, ohne dass diese Gelehrten auch nur entfernt daran gedacht hätten, dass die Protisten und andere kleine Wasserthiere in den Entwicklungskreis der Insecten sensu strictiori gehörten.

Alle in Bezug auf die Protisten im vergangenen Jahrhundert angestellten Forschungen haben nicht einmal zu einer annähernd zufriedenstellenden Kenntniss dieser winzig kleinen Wesen geführt, und naturgemäss konnten sie es auch nicht, so lange die Vergrösserungsapparate nicht wesentlich vervollkommen waren, bis der chaotische Begriff, welcher sich an die als Infusorien bezeichneten kleinen Organismen knüpfte, nicht wenigstens einigermaßen geklärt war und bis die auf dem Gebiete der feineren Anatomie gemachten Entdeckungen den Gesichtskreis der Forscher nicht wesentlich erweitert hatten. All das erfolgte aber erst in der jüngsten Zeit, und so konnte man dem Verständniss der Organisation der Protisten erst in unseren Tagen näher treten, obschon man noch immer weit, zum Theil sogar sehr weit davon entfernt ist, sie in jeder Richtung genügend

¹ Conf. JOHANN KRIESCH, Die Runge'sche Theorie der Pflanzenernährung. Természettudományi Közlöny, Bd. VII., Pest, 1867, S. 147 bis 151 (ungarisch).

² Essay de Dioptrique, S. 226 bis 230. Conf. EHRENBURG, S. VIII.

¹ O. F. MÜLLER, S. XVI, n.

zu kennen. Trotzdem wurden aber doch schon im vorigen Jahrhundert zahlreiche werthvolle Daten gesammelt, und dadurch der Weg für die weitere Forschung wirksam vorbereitet; und man wird jenen eifrigen Männern gewiss Anerkennung zollen, die ohne alle Vorarbeiten und, im Vergleich zu den heutigen, mit sehr unvollkommenen Vergrößerungsapparaten, bestrebt waren in die geheimnissvolle Welt der unsichtbaren Wesen einzudringen.

Die Kenntniss der Formen schritt rasch vorwärts, so dass die Hauptformen der in Infusionen lebenden Protisten, wie die *Schyzomyecten*, *Monaden* und *Ciliaten*, von den in Pfützen und im reinen Wasser lebenden aber die *Euglenen*, *Volvox Globator*, die *Vorticellinen* in ihren charakteristischeren Vertretern, dann auch die grünen und blauen *Stentoren* bereits vor Mitte des vorigen Jahrhunderts bekannt waren. ROESEL hat im Jahre 1755 den durch seine wunderbaren Formveränderungen binnen Kurzem berühmt gewordenen *Proteus*, d. i. die *Amoeba diffluens*¹ beschrieben und verhältnissmässig sehr gut abgebildet, welchem GLEICHEN im Jahre 1778 eine kleinere in Infusionen lebende Form anreihete; im Jahre 1777 entdeckte O. FR. MÜLLER die *Actinosphys Sol* (*Trichoda Sol*),² welche, oder eine derselben nahe stehende andere Form von JOBLLOT bereits im Jahre 1712 war gesehen worden.³ — EICHORN aber beschrieb im Jahre 1782 unter dem Namen «*der Stern*» das später durch EHRENBURG zu Ehren seines Entdeckers benannte *Actinosphaerium Eichhornii*.⁴ Dies waren die ersten Süsswasser-Rhizopoden, deren Kenntniss erst spätere Entdeckungen förderten. — Unter den im Meere lebenden Rhizopoden haben die im Sande des Meeresstrandes in kolossalen Mengen vorkommenden leeren Schalen der Foraminiferen die Aufmerksamkeit der Naturforscher wohl schon sehr früh auf sich gezogen; so hat BREYN bereits 1732, PLANCUS 1739, LEDERMÜLLER 1761⁵ mehrere Formen beschrieben, der Letztere sogar sehr nette Abbildungen geliefert; da jedoch die Insassen der Schalen von Niemand genauer untersucht wurden, hielt man sie allgemein für kleine

Schnecken, d'ORBIGNY hielt sie sogar noch im Jahre 1826 für Kephelopoden, und erst im Jahre 1835 machte DUJARDIN die wichtige Entdeckung, dass das in der Schale wohnende winzige Wesen aus einer contractilen, lebendigen, schleimigen Substanz, der Sarcode bestehe, in welcher keine Organe differenzirt sind, und hierauf die für die Kenntniss der Protisten so hochwichtige Sarcode-Lehre gründete. Allmählig wurden so viele Formen von Protisten bekannt, dass O. FR. MÜLLER in seinem im Jahre 1786 erschienenen Werke 378, zum Theil bereits von Anderen beschriebene, zum Theil während einer vieljährigen Forscherthätigkeit von ihm selbst entdeckte Arten beschreiben konnte, wovon jedoch etwa ein Viertheil nicht zu den im heutigen Sinn genommenen Protisten gehört.

Die Kenntniss der Organisation der Protisten blieb weit hinter der der Formen zurück, und da die Gruppe der Infusionsthierchen aus einem Gemenge der verschiedensten kleinen Organismen bestand, konnte schon in Folge dieses einen Umstandes keine richtige und einheitliche Auffassung der echten Protisten zur Entwicklung gelangen.

Die Controverse bezüglich der hochdifferenzirten oder einfachen Organisation der Protisten, welche in unserem Jahrhundert in den Ansichten von EHRENBURG und DUJARDIN bis zum schärfsten Gegensatz sich zuspitzte, und deren Nachwellen in der Frage der Ein- oder Vielzelligkeit bis auf unsere Tage heranreichen, nahm ihren Anfang bereits in der ersten Periode unserer Kenntniss der Protisten. Dass die lebenden Wesen von sehr einfachen Organismen ausgehen, wurde schon von den Philosophen des Alterthums behauptet, und nach der ARISTOTEL'schen Ansicht stünden auf der untersten Stufe der Reihenfolge lebender Wesen einfache Skizzen (περιγραφαί); als solche einfache Skizzen wurden von BUFFON und NEEDHAM die LEEUWENHOEK'schen Thierchen, dann von anderen tiefer denkenden Naturforschern, wie LINNÉ, PALLAS, und später, nach der MÜLLER'schen Zeit, von GRUITHUISEN, LAMARCK, CUVIER und DUJARDIN auch die Infusionsthierchen im engeren Sinne betrachtet. Die Mehrzahl der Forscher ging jedoch von falschen Analogien aus, vermuthete und suchte eine hohe Organisation; und die mit grossem Enthusiasmus aufgenommenen Untersuchungen EHRENBURG's verhalfen dieser Ansicht später auch zum zeitweiligen Siege.

¹ Der kleine Proteus. Insectenbelustigungen. III. S. 621. Taf. 101. A, W.

² 164.

³ 64. t. 7. f. 15.

⁴ Beitr. zur Kenntniss d. kleinsten Wasserthiere. Zugabe p. 15.

⁵ I. 8. t. IV, und 15. t. VIII.

O. FR. MÜLLER theilt die Infusorien auf Grundlage ihrer Organisation in zwei Gruppen: in die erste (*Infusoria sensu strictiori*) reihet er diejenigen, welche aller unterscheidbaren Organe entbehren; der zweiten Gruppe (*Bullaria*) gehören hingegen die mit äusseren und inneren Organen Versehenen an.¹

Unter den äusseren Organen sind hauptsächlich die Cilien zu verstelen, von denen die stärkeren, insbesondere die Haken und Borsten der *Oxytrichinen* schon frühzeitig die Aufmerksamkeit auf sich lenkten. Man findet schon bei LEEUWENHOEK ein Infusionsthierchen, offenbar eine *Stylonichia*- oder *Oxytricha*-Art erwähnt, welches mit Hilfe zahlreicher Füsse schwamm und kroch.² Auch das Peristom der *Oxytrichinen* und *Stentoren* wurde im Grossen und Ganzen früh erkannt, nicht minder das Wirbelorgan der *Vorticellinen*. Bei schwacher Vergrösserung sind wohl diese Organe selbst nicht, sondern bloss die von ihnen erzeugten Wirbel zu sehen, und aus diesen Wirbeln wurde auf die Anwesenheit von Organen geschlossen, welche, denjenigen der Rotatorien entsprechend, die Nahrung in den Mund strudeln. Diese durch unsichtbare Organe erzeugten Wirbel führten zum Theil zu ganz abenteuerlichen Ansichten; so wurde von WRISBERG behauptet, dass gewisse *Polypen* (d. h. *Vorticellinen*) mit aufgesperrtem Maule auf ihre aus kleineren Thierchen bestehende Beute lauern, welche durch einen eigenthümlichen Trieb in die den Polypen umkreisende Charybde gelenkt und in die Tiefe gerissen wird.³ An einer anderen Stelle liefert er folgendes mit poetischer Phantasie entworfene Bild: «Varium vidimus animalium gregem: a) Minima sunt rotunda fere, ad magnitudinem seminis papaveris accedentia, copiosissima, quæ nihil aliud sunt, quam parvæ molecule in omne infuso consuetæ, vivificatæ, et in motum constitutæ. Hæc procul dubio reliquis nutrimento sunt, nam præcipue ambiunt animalcula maiora, imprimisque polypos, a quibus avido consummuntur gutture. Singularem vidi motum, dum infelices morti hac traduntur victimæ. In distantia enim ab orificio polypi aliquot linearum celerimum agitantur in motum rotatorium, sub quo momentaneo cursu a polypo quasi attrahuntur, et in os eiusdem incidunt.

Eodem fere modo prouti sciurum legimus, animadversa ad radices arboris, cui insidet, procumbente vipera caudisona, quæque illum radiantibus oculis rictuque hianti, felis instar murem, contemplatur, consternatum arborem circumcursare, effugia, quærere, tandemque vero velut fascinatum in os angvinis insilire.»¹

Die feineren Cilien und Geisseln, welche selbst mit stark vergrössernden und scharfe Bilder liefernden Linsen nur dem geübten Auge erkennbar sind, wurden von wenigen älteren Forschern bei einigen Protisten gesehen; deshalb konnte ihr häufiges Vorkommen erst durch die Forscher der Neuzeit constatirt werden. Die Locomotion der flinken Flagellaten und der kleineren Ciliaten schien geradezu räthselhaft und lieferte den Stoff zu verschiedenen sterilen Speculationen; so erklärte z. B. ROESEL die Bewegungen des *Volvox Globator* dadurch, dass aus dem Inneren der Kugel in der Richtung je nach dem Willen der Protisten durch feine Röhren unsichtbare Wasserstrahlen hervor gespritzt werden, deren Rückstoss dieselben wie ein Segner'sches Rad in rotirende Bewegung versetzt.

Bezüglich der von MÜLLER erwähnten inneren Organe ist hervorzuheben, dass darunter zumeist nur der leicht erkennbare Darm und Eierstock der Rotatorien zu verstehen ist; bei den eigentlichen Protisten besteht das Innere nach MÜLLER aus einer körnigen, schleimigen Substanz (*materia mucida, mera gelatina*), d. i., wie man heute sagen würde, aus Protoplasma, welches leicht zerfliesst und in Moleküle zerfällt. Die im verflüssigten Protoplasma der Protisten angetroffenen Körnchen wurden von GLEICHEN² und später auch von EHRENBURG für Eier gehalten; derselben Ansicht begegnet man später noch, einmal bei PERTY, dessen *Blastien* auch nichts anderes sind, als die im Protoplasma der Protisten vorkommenden verschiedenartigen körnigen Einschlüsse.

Die Mundöffnung der Ciliaten war bereits den ältesten Forschern bekannt; so beschreibt JOBLot bereits im Jahre 1716, wie in einer Pfeffer-Infusion die kleine *Kolpoda Cucullus* (cornemuses) von den grossen *Oxytrichen* (araignées aquatiques) verschlungen wurde;³ TREMBLEY sah sie bei den *Vorticellinen* und beim *Stentor*; SPALLANZANI unterschied sie sehr

¹ S. VIII.

² S. 277.

³ S. 52.

¹ S. 63.

² S. 180.

³ 2-e partie du tome I., 14.

gut bei den *Vorticellinen* und bei *Paramecium Aurelia*; GLEICHEN erkannte sie auch bei verschiedenen anderen Ciliaten, insbesondere bei *Kolpoda*, und bei *Glaucoma scintillans* unterschied er sogar die undulirende Membran am Saume der Mundöffnung,¹ sowie auch die Afteröffnung mehrerer Ciliaten. Der letztgenannte Forscher kam, um die inneren Organe der Infusionsthierchen deutlicher hervortreten zu lassen, schon im Jahre 1781 auf den Gedanken, ihren vermutheten Darmkanal mit farbiger Nahrung zu tingiren. Zu diesem Zweck setzte er den Infusionen fein zertheiltes Carmin oder Indigo zu, welches von den Infusorien in der That hastig verschlungen wurde; darauf erschienen im Inneren der Thierchen rothe (oder blaue) Kügelchen, welche nach einer gewissen Zeit durch den After entleert, und von GLEICHEN für Eier gehalten wurden.² Dieses GLEICHENsche Experiment sollte für das Verständniss der Organisation der Protisten in der Zukunft verhängnissvoll werden, indem EHRENBURG durch Anwendung derselben Methode zur Folgerung gelangte, dass die im Protoplasma auftretenden Vacuolen, welche sich mit den einverleibten Carmin-, Indigo- oder anderen Farbstoff-Körnchen füllen, den Beeren einer Traube ähnlich an einem Darmrohr hängende echte Mägen sind, weshalb er den Infusionsthierchen einen polygastrischen Apparat zuschrieb. Die Consequenzen der Annahme dieses complicirten polygastrischen Verdauungs-Apparates führten zu den übrigen irrigen Ansichten EHRENBURG's und verwickelten ihn in ein ganzes Labyrinth von Irrthümern.

Eigenthümlich, aber für die naiven physiologischen Ansichten jener Zeit überaus charakteristisch ist die Auffassung O. FR. MÜLLER's, wonach die Infusorien von reinem Wasser leben und überhaupt keine festen Nährstoffe aufnehmen; übrigens sollen nach MÜLLER die Naiden, Hydrachniden, Entomostraken und die Flusswasser-Muscheln auch nur von Wasser leben.³

Die charakteristischsten Organe der Protisten, nämlich die Kerngebilde und die pulsirenden Vacuolen sind zwar der Aufmerksamkeit der ersten Forscher nicht ganz entgangen, doch wurde den diesbezüglichen vereinzeltten Beobachtungen keine weitere Bedeutung zugeschrieben, weshalb es auch nicht zur

vollen Würdigung dieser Organe kam. Der bandförmige Kern einzelner *Vorticellinen* wurde schon von ROESEL und LEDERMÜLLER unterschieden;¹ ebenso waren MÜLLER die bandförmigen Kerne der *Vaginicolen* und *Cothurnien* sowie zahlreicher anderer Ciliaten bekannt und wurden von ihm *Knötchen* (*noduli*), *durchsichtige Punkte* oder *hyaline Kügelchen* (*puncta pellucida*, *globuli hyalini*) genannt; am genauesten beschrieb er die rosenkranzförmige Kernreihe von *Loxophyllum Meleagris* (*Kolpoda Meleagris* Müll.)² und von *Stentor polymorphus* (*Vorticella polymorpha* Müll.),³ welche er bei *Loxophyllum Meleagris* für ein dem Magen oder dem Darm entsprechendes Organ hält. MÜLLER hat auch die pulsirenden Vacuolen bei zahlreichen Infusorien unterschieden, und bald als *durchsichtigen Kreis* (*circulus hyalinus*) oder als *runde Oeffnung* (*apertura circularis*), bald wieder als *durchsichtiges Kügelchen* (*globulus pellucidus*) beschrieben, häufig jedoch mit den Kerngebilden verwechselt. SPALLANZANI entdeckte zuerst die bei der Entleerung eine Sternform annehmenden beiden pulsirenden Vacuolen bei *Paramecium Aurelia*, und beobachtete deren abwechselndes rhythmisches Pulsiren;⁴ er hielt sie für Athmungsorgane. Auch GLEICHEN hat, ganz unabhängig von SPALLANZANI, bei einem anderen Protozoen, welches er «*petit ovale*» nennt und in welchem *Glaucoma scintillans* zu erkennen ist, die Vacuole und deren Pulsiren entdeckt, und trägt seine Entdeckung mit folgenden Worten vor: «Hier sah ich etwas ganz Neues, die mit *a*⁵ bezeichnete Blase (*bulle*) zog sich mehr als zehnmal nach einander zusammen und dehnte sich wieder aus; ob es wohl das Herz des Thierchens ist? darauf könnte ich keine Antwort geben . . . ».⁶ EHRENBURG gebührt das Verdienst, das allgemeine Vorkommen der Kerngebilde und der pulsirenden Vacuolen nachgewiesen zu haben, obgleich er die physiologische Aufgabe der beiden Organe gründlich missverstanden hat.

Hinsichtlich der Fortpflanzung verdanken wir den um die Protisten verdienten ersten Forschern manche interessante, zum Theil durch die neuesten

¹ LEDERMÜLLER, S. 174. t. 88.

² 100. t. XIV. 1 bis 6. und XV. 1 bis 5.

³ 260 t. XXXVI. 1 bis 13.

⁴ LAZZARO SPALLANZANI, Opusculi di fisica animale e vegetabile. Milano. 1826. p. 224. t. I. f. 18.

⁵ t. XXIX. f. 2.

⁶ S. 213.

¹ S. 212.

² S. 197 bis 199.

³ S. XII. u. XIII.

Untersuchungen bestätigte Beobachtung; jedoch sind auch die diesbezüglichen Forschungen durch viele unrichtige Hypothesen entstellt. Zwar genoss die *generatio æquivoca*, wie bereits erwähnt, noch allgemeinen Glauben, und es erhoben sich dagegen nur vereinzelte Stimmen, wie die von JOBLÖT und SPALLANZANI, welche behaupteten, dass die in Infusionen rasch überhand nehmenden mikroskopischen Wesen sich aus überall verbreiteten winzigen Eiern entwickeln. Trotz der Hypothese der spontanen Entstehung wurde aber auch die Art der Fortpflanzung einiger Infusorien schon früh erkannt. ABRAHAM TREMBLEY, der mit Recht gefeierte Untersucher der Süsswasser-Polypen gab bereits im Jahre 1745 eine classische Beschreibung über die Theilung der *Vorticellinen* und *Stentoren*, wozu die ergänzenden Details erst in der jüngsten Zeit geliefert werden konnten; BONNET, BAKER, GOEZE, SAUSSURE, SPALLANZANI, GLEICHEN und O. FR. MÜLLER beschrieben die Theilung der *Vorticellinen* und zahlreicher anderer Infusionsthierchen.

SPALLANZANI beobachtete bei einer *Vorticelline* mit starrem Stiele, in welcher ich die *Opercularia coarctata* zu erkennen glaube, eine eigenthümliche Fortpflanzungsart; aus dem unteren Körpertheil dieses Infusionsthierchens sah er ein Knöspehen hervorstechen, welches später von der Mutter sich los trennte und dieselbe mit lebhaftem Schwärmen verliess,¹ um sich, nachdem es sich niederliess, zu einem der Mutter ähnlichen Infusionsthier zu entwickeln. Dasselbe wurde im Jahre 1812 von GRUTHUISEN, später auch von EHRENBURG beobachtet und für Knospenbildung angesehen, wofür man es auch bis in die neueste Zeit hielt, bis von STEIN nachgewiesen wurde, dass diese scheinbare Knospenbildung einer Art Conjugation, der sogenannten *knospenförmigen Conjugation* entspricht. Wer diese interessante Conjugation der *Vorticellinen* je beobachtet hat, wird nach SPALLANZANI's roher, aber charakteristischer Abbildung leicht erkennen, dass es in der That eine knospenförmige Conjugation war, was dieser Forscher sah, jedoch ganz falsch auslegte.

Die Kenntniss der paarweisen Vereinigung (*Conjugatio*, *Coitus*) der freibeweglichen Infusorien ist so alt, als die Kenntniss der Thierchen selbst; dieser interessante Vorgang wurde bereits von LEEUWENHOEK, JOBLÖT, WRISBERG und GLEICHEN beobachtet

und von den beiden Letzteren auch ausführlich beschrieben; nachdem jedoch die Conjugation von MÜLLER für eine Längstheilung angesehen,* und diese Ansicht auch von EHRENBURG getheilt wurde, gelangte die Auffassung zur allgemeinen Verbreitung, dass die Infusorien sich durch Quer- und Längstheilung fortpflanzen, und erst in der allerjüngsten Zeit wurde es, Dank der Initiative BALBIANI's, bewiesen, dass die der Länge nach aneinander liegenden Infusionsthierchen nicht in Theilung begriffen, sondern zu einer eigenartigen Paarung vereinigt sind, wie das von den ältesten Forschern war behauptet worden.

Die ungeschlechtliche Fortpflanzung von *Volvox Globator*, bei welchem das Ausschwärmen der Tochterkolonien aus der bis auf EHRENBURG für ein einziges Thier gehaltenen Mutterkolonie schon von LEEUWENHOEK und nach ihm von zahlreichen ande-

* Eigentlich scheint MÜLLER mit sich selbst im Widerspruch zu stehen, indem er im Vorwort zu seinem grossen Werke (S. XI) die der Länge nach conjugirten Infusionsthierchen entschieden für in Theilung begriffen erklärt und gegen die Auffassung warnt, als ob dieses paarweise Zusammenhängen als Conjugation zu betrachten wäre; bei der Beschreibung von *Paramecium Aurelia* (S. 88) gelangt er nämlich, nach ausführlicher Darstellung seiner auf die paarig conjugirten *Paramecien* bezüglichen Beobachtungen, entschieden zu der, seinen übrigen Ansichten widersprechenden Meinung, dass diese Vereinigung eine wahrhaftige Paarung sei: «Vera dehinc copula est, Aureliaeque maturæ, et ante plenam magnitudinem, Veneri litare amant.» Der Widerspruch findet in der Genese der vom Jahre 1786 datirten grossen MÜLLER'schen Monographie seine Erklärung. Dieses wichtige Werk ist nämlich nur eine auf neuere Untersuchungen gegründete, wesentlich bereicherte Umarbeitung jener systematischen Bearbeitung der Protisten, welche MÜLLER in seinem aus dem Jahre 1773 datirten und die Naturgeschichte sämmtlicher Erd- und Süsswasserswürmer behandelnden Werke geliefert hat, und welche Umarbeitung MÜLLER, wegen seines im Jahre 1784 erfolgten Todes nicht selbst für den Druck vorbereiten konnte; sie wurde aus zerstreuten Manuscripten durch seinen Freund FABRICIUS zusammengestellt, der das Vorwort zur ersten Auflage — woran MÜLLER die, infolge der auf die neueren 11 Jahre sich erstreckenden Untersuchungen nothwendig gewordenen Abänderungen, mit Ausnahme einiger unwesentlicher Streichungen, noch nicht vorgenommen hatte — in das neue Werk unverändert übernahm, ohne zu berücksichtigen, dass die Umarbeitung von *Paramecium* von dem in der ersten Auflage gebotenen wesentlich verschieden ist. Auf diese Weise kam der scheinbare Widerspruch zu Stande, welcher in der ersten Auflage nicht vorkommt.

¹ Op. cit., 169., t. I., f. IX.

ren Forschern war beobachtet worden, führte zu der Ansicht, dass ein Theil der Protisten vivipar sei.*

GLEICHEN giebt eine kurze Beschreibung über zwei interessante Fälle des Lebendiggebärens bei *Vorticella microstoma* und bei einem nicht näher bestimmbar anderen Ciliaten. In beiden Fällen kamen aus dem Inneren des Mutterthierchens kugelige Embryonen hervor, und verliessen die *Vorticella* mit ziemlich lebhaften Bewegungen; bei dem anderen Thier schienen sie jedoch mit diesem durch starre Fäden verbunden zu bleiben.¹ Trotz der kurzen Beschreibung und der lückenhaften Untersuchung fällt es nicht schwer, in diesen lebend geborenen jungen Infusionsthierchen sogenannte *acinetenförmige Embryonen* zu erkennen, welche in neuerer Zeit so vielfach beobachtet und so verschieden gedeutet wurden.

Dass sich die Protisten auch durch Eier fortpflanzen, wurde von Niemand bezweifelt; die grossen Eier der mit den eigentlichen Protisten verwechselten Rotatorien waren gar bald entdeckt; so lieferte schon JOBLOR sehr treue Abbildungen von einem seine Eier schleppenden *Brachionus* («des grenades aquatiques, couronnées et barbuës».)² Im Wege der Analogie musste auf das Vorhandensein von Eiern auch bei den übrigen Protisten gefolgert werden, und in der That wurden die verschiedenartigsten Einschlüsse

* Wie bekannt, lassen sich im Inneren der Tochterkolonien von *Volvox Globator* die grossen Mutterzellen der Enkelkolonien schon bei schwacher Vergrösserung sehr gut unterscheiden; sie wurden auch schon von den ersten Beobachtern bei *Volvox Globator* unterschieden. Diese vielbewunderte Entdeckung verleitete BONNET, die sogenannte Einschachtelungstheorie (théorie d'emboîtement) aufzustellen, welche im Wesentlichen behauptet, dass bei sämtlichen Thieren im Inneren der Mutter, wie beim *Volvox Globator*, die Nachkommen bereits in vollständig entwickeltem Zustande vorhanden sind, und dass eine endlose Reihe von, ihrer Kleinheit halber unsichtbaren Generationen gewissermassen in einander eingeschachtelt ist, welche, nachdem sie eine gewisse Grösse erreicht, den mütterlichen Leib der Reihe nach verlassen. Wie abenteuerlich auch diese Theorie dem in der von WOLFF begründeten modernen Embryologie Bewanderten erscheinen mag, so wurde sie doch auch von ALBRECHT HALLER, dem grössten Physiologen des vorigen Jahrhundertses acceptirt, ja selbst CUVIER hielt — wie MILNE-EDWARDS bemerkt — unter den zahlreichen embryologischen Hypothesen diese für die wahrscheinlichste. *Leçons sur la Physiologie etc.*, VIII., 247.)

¹ S. 217 u. 218.

² 68. T. 9.

des leicht zerfliessenden Protoplasma für Eier gehalten. GLEICHEN hielt sogar die mit Karmin gefüllten Verdauungsvacuolen, sowie auch die Entleerungen für Eier und meinte, dass manche Infusorien ihre Eier, wie die Frösche, in Strängen absetzen; ja den Stiel der *Vorticellen* erklärte er sogar für ein Legerohr.

Die Auffassung der ersten Forscher über die Entstehung und Fortpflanzung der Protisten lässt sich mithin im Folgenden zusammenfassen: die Protisten entstehen durch Generatio aequivoca, vermehren sich durch Theilung, Knospenbildung und durch Eier; manche von ihnen sind vivipar. Diejenigen Forscher, welche von den der Länge nach an einander liegenden, das heisst in Conjugation befindlichen Infusionsthierchen meinten, sie seien in Theilung begriffen, mussten die Protisten folgerichtig für hermaphroditisch ansehen; diese auch von EHRENBURG getheilte Ansicht wurde meines Wissens zuerst von SPALLANZANI bestimmt ausgesprochen: «Piu animali infusori sono ovipari; alcuni vivipari: tutti nel senso piu stretto ermafroditi».¹

BEVOR LINNÉ die binäre Nomenclatur begründet hatte und diese in den beschreibenden Naturwissenschaften zum allgemeinen Gebrauch gelangt war, wurden die einzelnen Formen der Protisten entweder einfach umschrieben oder mit willkürlich erwählten und das Ohr des modernen Systematikers verletzenden Namen belegt; wie z. B.: bei JOBLOR: *Cornemuse* (= *Kolpoda Cucullus*), *Ovale* (= *Glaucoma scintillans*), *Poule hupée* (= conjugirte *Oxytrichine*), *Navette de Tisseraud* (= *Oxytricha* sp.) etc.; bei TREMBLEY: *Polypes à bouquet* (= Colonieen bildende *Vorticellinen*), *Polype en entonnoir* (= *Stentor polymorphus*); bei GLEICHEN: *Jeu de nature*, *trembleur*, *petit trait* (= *Monas*), *flamme*, *informe* (= *Amoeba*), *pantouffle* (= *Paramecium Aurelia*), *pendeloque* (= *Kolpoda Cucullus*), *cloche* (= *Vorticella*); bei EICHORN: *Baum* (= *Carchesium polypinum*), *Wasser-Schwan* (= *Lacrymaria Olor*), *Trompeten-Thier* und *Wasser-Krucken* (= *Stentor*), *Mauer-Seege* (= *Stylonychia Mytilus*), *Stern* (= *Actinosphaerium Eichhornii*) etc.

HILL war der Erste, der im Jahre 1751 die Protisten, von denen bis dahin bereits etwa 50 Arten bekannt waren, zuerst in ein System zusammenfasste.

¹ Op. cit., S. 195.

Er betrachtete die Thierchen (*animalcula*), unter welcher Bezeichnung er Protisten, Samenfäden, Rotatorien und mehrere andere kleine Thierchen verstand, als Vertreter einer eigenen Thierklasse und unterschied sie in drei Gruppen: 1. Gliederlose, *Gymnica*, 2. Geschwänzte, *Cercaria* und 3. mit Gliedern versehene, *Arthronia*. In der im Jahre 1758 erschienenen X. Auflage der *Systema Naturæ* sind bei LINNÉ in die den Schlussstein des Thierreiches bildende Ordnung der *Zoophyten* zum ersten Mal auch einige Protisten aufgenommen, nämlich 8 *Vorticellinen*, von welchen er — TREMBLEY, RÉAUMUR und ROESEL, sowie überhaupt die damalige Auffassung befolgend — 7 mit der Genus *Hydra* vereinigte, eine aber, nämlich *Carchesium polypinum*, in die Ordnung *Sertularia* aufnahm; gleichfalls mit der *Hydra* vereinigte er auch den von den Untersuchungen BAKER's, ROESEL's, insbesondere aber TREMBLEY's her bekannten *Stentor polymorphus*; ausserdem fand auch *Volvox Globator* eine Aufnahme; alle übrigen Protisten fasste er hingegen mit einem, die damaligen verwirrten Begriffe vorzüglich charakterisirenden genialen Ausdruck als *Volvox Chaos* zusammen. In der XII. Auflage des *Systema Naturæ* (1767) sind die *Vorticellinen*, welche sich nach LINNÉ von den *Hydra*-arten durch den beim Entfalten ihrer blumenförmigen Glocken im Wasser erzeugten Strudel unterscheiden, von dem Genus *Hydra* — wo blos *Stentor polymorphus* (*Hydra Stentorea* L.) belassen ist — bereits geschieden und in ein neues Genus zusammengefasst, von dessen 14 Arten jedoch nur 9 den *Vorticellinen* angehören (die Repräsentanten der heutigen Genera: *Vorticella*, *Zoothamnion*, *Carchesium*, *Epistylis* und *Operculina*); hingegen gehört *Vorticella Ecnecrinus* (= *Pentacrinus Caput Medusae*) den Crinoideen, *Vorticella urceolaris* (= *Brachionus urceolaris*) den Rotatorien, und *Vorticella stellata* offenbar den Hydroiden an; endlich ist die *Vorticella ovifera* ein aus der Beschreibung ganz unerkennbarer Tiefseeorganismus (vielleicht auch eine Crinoidee). In das Genus *Volvox* sind nebst dem *Volvox Globator* auch zwei Ctenophoren, nämlich *Volvox Beroë* (= *Beroë ovata*) und *Volvox bicaudata* (= *Cydippe Pileus*) aufgenommen, ferner unter dem Namen *Volvox dimidiatus* ein am Schwanz von Froschlärven und Tritonen häufig vorkommender Parasit, welcher unzweifelhaft das peritriche Infusionsthierchen *Trichodina Pediculus* ist. In der XII. Auflage wurde endlich von LINNÉ das *Chaos* zu einem besonderen

Genus erhoben: «Dieses letzte Geschlecht, — sagt PH. L. ST. MÜLLER,¹ — enthält solche Geschöpfe, die man durch das Mikroskop mit einer eigenthümlichen Bewegung in verschiedenen Wassern und Feuchtigkeiten herumschwimmen sieht, und von welchen man kaum weiss, was man davon zu halten habe. Der Ritter nennt dieses Geschlecht daher Chaos. Es sei, dass es ihm als ein Chaos der Verwirrung vorkomme, oder als ein Urstoff, woraus fernere Bildungen entstehen.» Zu diesem Genus *Chaos* zählt LINNÉ die folgenden Arten: 1. *Chaos redivivum* (= *Anquillula aceti et Anquillula tritici*), 2. *Chaos Proteus* (= *Amoeba diffluens*), 3. *Chaos fungorum*, unter welchem Namen die vom Baron MÜNCHHAUSEN in Pilz-Infusionen gezüchteten Monaden zu verstehen sind, welche von MÜNCHHAUSEN für animalisch belebte Pilzsamen gehalten wurden: «Der Ritter macht hierauf diese Anmerkung: dass, gleichwie die Thierpflanzen durch Veränderung aus dem Pflanzenreich in das Thierreich übergehen, also gehen die Schwämme aus dem Thierreiche in das Pflanzenreich über».² JOHANN KARL ROOS, ein Schüler LINNÉ's, ergreift sich in einer unter dem Vorsitz seines berühmten Lehrers vorgetragenen Inaugural-Disertation, bei der Besprechung der MÜNCHHAUSEN'schen Beobachtungen in folgenden Ausruf: «*Quaestio jam oritur, utrum fungi ad vegetabilia, an vero ad animalia referri debeant? vel etiam an novum formare debeat regnum naturae, quod neutrum, seu chaoticum vocetur?*».³ 4. *Chaos Ustilago*, der Kornbrand: «Dieses Pulver, etliche Zeit im warmen Wasser geweicht, verändert sich, nach des Herrn von MÜNCHHAUSEN Wahrnehmungen, in längliche durchsichtige Thierchen, die wie die Frösche im Wasser spielen, wenn man sie mit dem Vergrösserungsglase betrachtet.»⁴ Endlich 5. *Chaos infusorium*, worunter alle übrigen Protisten zu verstehen sind und welchem LINNÉ, wie bereits oben erwähnt, auch noch gewisse Krankheiten, Gährung und Fäulniss erzeugende hypothetische Wesen zuzählte.

Dieser im chaotischen Nebel verschwimmende erste systematische Versuch ward von dem bereits oft erwähnten dänischen Gelehrten OTTO FRIEDRICH MÜLLER durch die, auf ein länger denn 20 Jahre fort-

¹ Op. cit., VI, 917.

² Op. cit., S. 921.

³ J. C. Roos. Dissertatio academica Mundum invisibilem breviter delineatura. Upsalæ 1767, S. 12.

⁴ Op. cit., S. 922.

gesetztes Studium der Protisten gestützten, systematischen Bearbeitungen weit überflügelt. Der *wahre Linné* war für die Protisten nicht LINNÉ selbst, sondern O. FR. MÜLLER. «Wenn man erwägt, — sagt STEIN,¹ — auf wie wenig brauchbare Vorarbeiten sich MÜLLER stützen konnte, und wie unvollkommen die Instrumente waren, mit denen er beobachtete, so müssen wir seine Leistungen sehr hoch anschlagen. MÜLLER war jedenfalls der erste epochemachende Schriftsteller auf dem Gebiete der Infusorienkunde, ihm verdanken wir die Fundamente, auf welchen das ganze neuere Gebäude dieser zoologischen Disciplin beruht. Eine Einsicht in die wahre Natur der Infusionsthierchen konnte natürlich mit den damaligen optischen Hilfsmitteln nicht erreicht werden; daher sind alle Anschauungen MÜLLER's über die eigentliche Organisation, die Ernährung, Fortpflanzung und Entwicklung dieser Thiere höchst ungenügend und grossentheils irrig.»

Nachdem sich mir bereits im Obigen Gelegenheit bot, die Ansichten MÜLLER's über die Organisations- und Fortpflanzungs-Verhältnisse der Protisten zu besprechen, kann ich mich hier auf das MÜLLER'sche System beschränken.

Wie bekannt, hatte LINNÉ — offenbar der vulgären Auffassung folgend — alle wirbellosen Thiere, welche keine Arthropoden, oder nach LINNÉ keine Insecten sind, in die VI. Classe seines Systems, zu den Würmern (Vermes) gezählt, in eine Classe also, welche unzweifelhaft selbst heute noch aus einem bunten Gemisch solcher Thiere besteht, von welchen manche bloss durch negative Merkmale mit einander verbunden sind.* Auch MÜLLER theilte, LINNÉ folgend, die Infusionsthierchen in die Classe der Würmer, als eine besondere Ordnung der Letzteren ein; er umschrieb sie zwar etwas genauer als seine Zeitgenossen, trotzdem nahm er aber nebst einzelnen Diatomeen und Desmidiaceen, nebst den Volvocineen und anderen Flagellaten, Schizomyceten, Rhizopoden und Ciliaten auch Rotatorien, Cercarien und Anguilluliden, ja sogar eine junge Bryozoö (*Leucophra heteroclyta* = *Crystatella Mucedo*) unter seine

Infusionsthierchen auf, welche er, nach ihrer Organisation, in zwei Gruppen eintheilte: 1. in *Infusorien* (sensu strictiori), Thierchen, welche selbst mit bewaffnetem Auge überaus klein erscheinen und den im männlichen Samen lebenden zunächst verwandt sind, mit homogenem, schleimigem Körper, und ohne irgendein unterscheidbares Organ; 2. in *Bullarien*, gleichfalls zum grössten Theil mikroskopische, nach Geschlechtern getrennte, mit äusseren und inneren Organen versehene Wasserthierchen.¹ In der ersten Gruppe unterschied er 10 Genera (Crassiuscula: *Monas*, *Proteus*, *Volvox*, *Enchelis*, *Vibrio*; Membranacea: *Cyclidium*, *Paramecium*, *Kolpoda*, *Gonium*, *Bursaria*), in der zweiten 7 (Nuda: *Cercaria*, *Trichoda*, *Kerona*, *Himantopus*, *Leucophora*, *Vorticella*;² Testa tecta: *Brachionus*): insgesamt also 17 Genera mit 378 Species. Unter sämtlichen Geschlechtern entspricht bloss das letzte, *Brachionus*, welches ausschliesslich Rotatorien umfasst, einer natürlichen Gruppe und aus einer flüchtigen Bemerkung, wonach *Brachionus* der vollkommenste Vertreter der *Bullarien* wäre,³ lässt sich folgern, dass schon MÜLLER geneigt war die verhältnissmässig hoch organisirten Rotatorien von den Infusorien im engeren Sinn ganz auszuschneiden, woran ihn vielleicht nur der, vor beendigter gänzlicher Umarbeitung seines Werkes eingetretene Tod verhinderte. Dagegen bestehen alle übrigen Genera bei MÜLLER mehr-weniger aus einem bunten Gemisch heterogener Elemente; so sind z. B. in seinem Genus *Vibrio*: *Schizomyceten*, *Diatomeen*, ein Vertreter der *Desmidiaceen* (*Vibrio Lunula* = *Closterium Lunula*) und *Anguilluliden* mit zahlreichen *Enchelinen* und *Trachelinen* vereinigt.

Was jedoch dem Werke MÜLLER's die hohe Wichtigkeit für die Kenntnisse über die Protisten verlieh, besteht, meines Erachtens, in der, so weit es seine Mikroskope gestatteten, genauen und eingehenden, sowie von aller Phantasie freien, nüchternen und gewissenhaften Beschreibung zahlreicher Formen. — «*Nihil facilius, quam animalcula videre, eorumque motu et ludo delectari, differentias vero in bestiolis simplicissimis, agilissimis, mutabilibus, in area mi-*

¹ STEIN, I. 2.

* Unleugbar ist auch die heutige Umschreibung des Typus Vermes nicht präziser als die MÜLLER'sche: «*Vermis omne animans, quod nec inter Mammalia, Aves, Amphibia, Pisces, nec inter Insecta locum obtinet.*» (*Vermium etc. historia*. Havniæ et Lipsiæ. 1773. Vol. imi pars ima. Præfatio.)

¹ Op. cit., S. VII.

² Ib., S. XXVI.

³ Ib., S. 333.

nimi campi paucissimis luminis radiis illustrati conspectum omni momento effugientibus, percipere, perceptas variosque cujusvis motus verbis significantibus exprimere, hic labor, hoc opus.»¹ Die Lösung dieser schwierigen Aufgabe ist MÜLLER in seiner muster-giltigen Monographie meisterhaft gelungen; der Werth und die Brauchbarkeit derselben wird aber durch die von seinem Bruder C. F. MÜLLER gezeichneten und gestochenen sehr rein ausgeführten 50 brillanten Tafeln noch besonders erhöht, da hier von den beschriebenen Thierchen alldas mit seltener Naturtreue wiedergegeben ist, was MÜLLER gesehen hat und — gewiss nicht sein letztes Verdienst — nie mehr, als er mit dem Mikroskop sehen konnte.

Das MÜLLER'sche Werk bildet in der That einen würdigen Abschluss des ersten Jahrhunderts, welches seit der Entdeckung der Protisten abgelaufen war. Die zum grossen Theil ohne jeglichen Plan, gelegentlich gesammelten und durch phantastische Speculationen entstellten, fragmentarischen Daten, welche die Zeit vor dem Auftreten MÜLLER's charakterisiren, konnten weder den die Organismen nach allen Richtungen hin studirenden Biologen, noch aber den zu jener Zeit in überwiegender Zahl dominirenden einseitigen Pflegern der Naturwissenschaften genügen, welche den Zweck des bahnbrechenden LINNÉ'schen Werkes ganz und gar verkennend, die einzige Aufgabe der Wissenschaft in der Registrirung der Kennzeichen der einzelnen Formen, in der Abfassung von beschreibenden Catalogen suchten. In der MÜLLER'schen Arbeit wird sowohl der Biologe, als auch der Systematiker jene Grundlage erkennen, welche den weiteren Aufbau ermöglichte, und 50 Jahre lang bis zum Auftreten EHRENBURG's blieb es auch das einzige Fundamentalwerk, dessen systematischer Theil, durch GMELIN in die XIII. Auflage des LINNÉ'schen Natursystems (1788) und von hier aus in zahlreiche Handbücher übertragen, gar bald in die weitesten Kreise Eingang fand.

In der von MÜLLER bis EHRENBURG verstrichenen Zeit wurden die bekannten Formen durch mehrere Forscher bereichert, unter welchen der erste Platz unstreitig FRANZ P. SCHRANCK, dem Professor der Universität zu Landshut, gebührt, der in seinem die Fauna Baierns behandelnden Werke² die genauen Be-

schreibungen von zahlreichen neuen Formen lieferte. Viel wichtiger jedoch, als seine auf die Vermehrung der bekannten Formen gerichteten Bestrebungen, sind diejenigen, welche den Werth der Organisation der Protisten aufzuklären trachteten und hierdurch einer naturgemässeren Gruppierung der unter dem Sammelnamen der «*Infusorien*» zusammengefassten Organismen den Pfad ebneten.

MÜLLER selbst legte bei der Umschreibung der Infusorien-Gruppen — gleich seinen Vorgängern und Nachfolgern — das Hauptgewicht auf die Form und Grösse, und war in Folge dessen gezwungen die aus einer homogenen schleimigen Substanz bestehenden, im engeren Sinne genommenen Infusionsthierchen mit den differenzirte Organe besitzenden Bullarien zusammenzufassen. Dieser Grundfehler, welcher in seinen Folgen für das Verständniss der Organisation der Protisten so verhängnissvoll wurde, auch die Auffassung EHRENBURG's wesentlich beeinflusste und ihn in ein wahres Labyrinth irriger Ansichten verwickelte, wurde durch die tiefe Einsicht eines LAMARCK zuerst erkannt, der bereits im Jahre 1809 in seiner «*Philosophie Zoologique*»¹ die Bullarien von den Infusorien trennte und unter dem Namen «*Polypes ciliés*» in die Classe der Polypen, d. h. mit den Bryozoen neben die heutiges Tages zu den Coelenteraten gezählten Anthozoen und Hydroiden einreihete. In derselben Weise von den Infusorien getrennt treffen wir die Bullarien auch in dem hochwichtigen Werke LAMARCK's über die wirbellosen Thiere an.² Wie aber die MÜLLER'schen Bullarien, so bilden auch die LAMARCK'schen «*Polypes ciliés*» keine natürliche Gruppe, indem hier nebst den Rotatorien auch sämtliche damals bekannten peritrichen Infusorien, ferner die *Stentorinen* und *Bursarien* in dieselbe Gruppe gereiht sind. Trotz alledem kommt aber dieser Trennung doch eine hohe Bedeutung zu, weil sie auf der Erkenntniss der wichtigen Thatsache beruht, dass auf der untersten Stufe der Organismen jene einfachen Wesen stehen, welchen die für höhere Thiere charakteristischen Organe abgehen, und dass die Kette der lebenden Wesen, von Glied zu Glied einfacher werdend, schliesslich in Formen ausläuft, in welchen gewissermassen das Ideal der Einfachheit verkörpert ist.

¹ Zoologische Philosophie von Jean Lamarck. Aus dem französischen übers. von ARNOLD LANG. Jena, 1876, S. 149 bis 151.

² Histoire naturelle des animaux sans vertèbres. I. II.

¹ Ib., S. XVIII. u. XIX.

² Fauna boica. 1798—1803.

Diese bereits vom grossen ARISTOTELES gelehrte erhabene Naturanschauung, welcher sich auch LINNÉ, PALLAS und noch mehrere gefeierte Naturforscher anschlossen, schien durch die von LAMARCK über die kleinsten Wesen gegebene genauere Umschreibung feste Grundlagen zu erhalten, und zu Anfang unseres Jahrhunderts verbreitete sie sich allgemein, insbesondere nachdem auch GRUTHUISEN, TREVIRANUS, SCHWEIGER, OKEN und CUVIER ihr beitraten, und nachdem DUTROCHET im Jahre 1812 die relativ hohen Organisationsverhältnisse der Rotatorien gründlicher nachwies. Nach dieser Lehre sind die Infusorien — um die Worte CUVIER's zu gebrauchen¹ — die einfachsten Thiere mit schleimigem Körper, ohne innere Organe und häufig auch ohne Mundöffnung.

BORY DE SAINT-VINCENT, der die Ergebnisse seiner im Laufe von 25 Jahren gesammelten, an Details sehr reichen, aber nicht immer verlässlichen Beobachtungen im Jahre 1826 in den Spalten der «Encyclopédie méthodique» und im «Dictionnaire classique d'histoire naturelle» niederlegte, neigt aufs Neue zur MÜLLER'schen Auffassung hin, und unterscheidet die von ihm als «*Microscopiques*» benannten Wesen (worunter er — mit Ausnahme der Kolonien bildenden *Vorticellinen* und *Monadinen*, sowie der *Diatomeen* — die Infusionsthierchen, Rotatorien, Cercarien und Spermatozoën in demselben Umfang zusammenfasst, wie MÜLLER) in mikroskopische Wesen mit hoher und mit niederer Organisation. Jene werden durch die Rotatorien reprä-

sentirt, die Letzteren durch die übrigen mikroskopischen Wesen. Trotzdem den Letzteren ein scheinbar homogener Körper eigen ist, hält es BARY doch nicht für unmöglich, dass auch sie mit differenzirten, aber wegen der grossen Durchsichtigkeit der Körpersubstanz nicht unterscheidbaren Organen versehen sind. BORY DE SAINT-VINCENT versuchte auch eine ganz selbständige und neue Classification der mikroskopischen Wesen durchzuführen, welcher jedoch heute nur mehr ein historischer Werth zukommt. Diese Classification¹ unterscheidet in 5 Ordnungen (*Gymnodés*, *Trichodés*, *Stomoblépharés*, *Rotifères*, *Crustodés*) 17 Familien (*Monadaïres*, *Pandorinées*, *Volvociens*, *Kolpodinées*, *Bursariées*, *Vibrionides*, *Cercariées*, *Urodiées*, *Polytriquées*, *Mystacinées*, *Urodiées*, *Urcéolariées*, *Thikidées*, *Rotifères*, *Brachionides*, *Gymnostomées*, *Citharoidées*) und 82 Genera; von den beschriebenen neuen Arten vermögen jedoch nur wenige die Kritik zu bestehen, und die dem «Dictionnaire classique» beigelegten Abbildungen sind zumeist blos Copien der MÜLLER'schen. Wie bereits erwähnt, hat BARY DE SAINT-VINCENT die Kolonien bildenden *Vorticellinen* und *Monadinen* (Anthophysa) sowie die *Diatomeen* unter die als «*Microscopiques*» bezeichneten Wesen nicht eingereiht; er theilte sie vielmehr mit einem Theil der Anthozoën, Hydroideen, Bryozoën, Spongien und Algen in ein eigenes, die beiden organischen Naturreiche verbindendes besonderes Reich, in das *Règne psychodiale*, ein, auf welches dritte organische Reich wir weiter unten noch zurückzukehren haben werden.

¹ Règne animal. 1817.

¹ Dictionnaire classique d'histoire naturelle. X. S. 533.

ZWEITE PERIODE.

Die Zeit von Ehrenberg und Dujardin.

Im Obigen trachtete ich den Standpunkt möglichst getreu zu schildern, welchen die Kenntniss der Protisten vor jener Zeit einnahm, als CHRISTIAN GOTTFRIED EHRENBURG (1795—1876) seine epochemachende Thätigkeit begann und mit Zuhilfenahme der in neuerer Zeit wesentlich vervollkommenen Vergrößerungsapparate eine lange Reihe von Jahren hindurch an seinem stillen Arbeitstisch zu Berlin, unter dem sengenden Himmel Lybiens, an den öden Gestaden des rothen Meeres und in den rauen Steppen Sibiriens mit derselben unverzagten Ausdauer an der Erforschung der Mysterien der unsichtbaren Welt arbeitete, deren Ergebnisse in dem im Jahre 1838 unter dem Titel: *«Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Ein Blick in das tiefere organische Leben der Natur»* erschienenen mit 64 colorirten Foliotafeln illustrierten monumentalen Prachtwerke niedergelegt wurden.

«Nur genaue Specialkenntniss der zu beobachtenden Körper kann zu Resultaten führen, und diese aus der Natur selbst, nicht aus den Büchern zu entnehmen, ist der nothwendige Plan meiner Beschäftigung mit der Naturgeschichte.»¹ Treu zu diesem den tiefdenkenden Forscher charakterisirenden und von jedem echten Naturforscher zu beherzigenden Principe, durchforschte EHRENBURG selbständig das ganze Gebiet der Infusionsthierchen und konnte die überraschenden Hauptergebnisse seiner Arbeit bereits im Jahre 1830 der Berliner Akademie vorlegen, 8 Jahre später aber in dem sämtliche Infusionsthierchen, resp. alle Protisten umfassenden, soeben citirten epochalen Werk in vollem Umfang veröffentlichen.

¹ Flora, Regensburg 1820, S. 535.

Den Schwerpunkt seiner Untersuchungen legte EHRENBURG auf die Organisation der Infusorien. Wie im Obigen bereits ausgeführt wurde, hatten zur Zeit des Auftretens von EHRENBURG die competentesten Naturforscher die unter dem Namen der Infusorien zusammengefassten kleinen Wesen, entsprechend ihrer Organisation, in zwei Gruppen getheilt: in der einen wurden die mit differenzirten Organen versehenen, d. s. die *Rotatorien*, in der anderen hingegen die differenzirte Organe entbehrenden, aus Protoplasma bestehenden Wesen, nämlich die *Infusorien* im engeren Sinne vereinigt. Diese beiden Gruppen werden als zwei getrennte Classen des Thierreichs auch von EHRENBURG unterschieden, jedoch sucht er den Unterschied nicht in der An- oder Abwesenheit von Organen, welche denjenigen der höher stehenden Thiere entsprechen, sondern in der verschiedenen Beschaffenheit jener Organe bei den Repräsentanten der zwei Gruppen. Auch EHRENBURG war nicht glücklich in der Umschiffung jener gefährvollen Klippe, an welcher die Forschungen, welche der Erkenntniss der Organisation der Infusorien nachstrebten, bereits wiederholt Schiffbruch litten. Die verhältnissmässig hohe Organisation der Rotatorien, worüber schon LAMARCK, ja sogar MÜLLER eine unklare Ahnung hatte, und welche von DUTROCHET genauer erforscht worden war, hat EHRENBURG durch sehr eingehende und hochwichtige, zum Theil auch heute noch unüberflügelt dastehende Studien über jeden Zweifel erhoben, und, geblendet durch den Erfolg, suchte er nach analogen Organen auch bei der anderen Gruppe der Infusorien, — er wollte sie finden und fand sie auch. Auf diese Weise wich EHRENBURG von der Bahn der rei-

nen Induction ab, gerieth auf den schlüpfrigen Abhang und wurde von der Phantasie unaufhaltsam fortgerissen, so dass er in der Folge, wie die Redacteurs des «*Journal des Sçavans*» von den Alten sagten, das Wesen der Dinge eher zu errathen als zu sehen trachtete; und darum gilt leider von vielen und eben den wichtigsten Details gerade das Gegentheil von dem, was er zur Charakteristik seiner Forschungen und Mittheilungen behauptet: «Darin habe ich besonders mein Bestreben, meinen Stolz gesetzt, wo möglich nirgends zu viel, sondern überall nur zu wenig gesehen und dargestellt zu haben.»¹

Dass Irrthümer gewissenhafter und befähigter Forscher, den Fermenten gleich, durch die erzeugte Gährung häufig einen belebenden und klärenden Einfluss auf die Wissenschaft ausüben, wird in der Geschichte der Wissenschaften durch zahlreiche Beispiele bewiesen. Es gilt das in vollem Maasse auch von der EHRENBURG'schen Auffassung, welche im Grossen und Ganzen zwar verfehlt ist, trotzdem aber in gewissen Beziehungen unzweifelhaft den Keim der Wahrheit in sich birgt; sie bildet einerseits eine der interessantesten Kapitel der Biologie, andererseits diene sie den in die Fusstapfen von EHRENBURG tretenden, unbefangenen Forschern als mächtiger Impuls zur Ergründung und sorgfältigen Vermeidung der Irrthümer des Meisters und zur Annäherung an die Wahrheit. Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Protistologie ohne den eisernen Fleiss EHRENBURG's die relativ hohe Vollkommenheit, in welcher sie heute sich präsentirt, nicht hätte erreichen können; der einzige Schatten, der auf die Grösse EHRENBURG's fällt, ist der, dass er sich von seiner Lieblingsidee, welche von den wissenschaftlichen Kreisen mit beispiellosem Enthusiasmus aufgenommen und mit Beifall überhäuft wurde, angesichts der dagegen erhobenen triftigen Einwände nicht lossagen konnte, und später am Abend seines Lebens mit seniler Hartnäckigkeit, wie es scheint, nicht einmal mehr wollte, sondern die Gegen Gründe von Zeit zu Zeit eifersüchtig und mit steigender Gereiztheit zurückwies..... *Noli turbare circulos meos!*

Den Grundstein der EHRENBURG'schen Lehre bildete die These, dass die bereits von ARISTOTELES ausgesprochene Ansicht, wonach die Reihe der Orga-

nismen sich successive vereinfacht und von Wesen mit einfachster Organisation abgeschlossen wird, lediglich auf einem Irrthum beruht; im Gegentheil ist es wahr, dass selbst bei den auf der äussersten Grenze des Sehens mit bewaffnetem Auge stehenden Wesen entsprechend entwickelte Organe und Organsysteme vorkommen, wie bei den höchsten, und dass in dieser Hinsicht zwischen dem Menschen und den winzigsten *Monad*en kein Unterschied besteht. Alle Infusorien sollen hochorganisirte wirkliche Thiere sein und zwei natürliche Unterclassen bilden, nämlich: die *Räderthiere* (*Rotatoria*) und die *Magenthiere* (*Polygastrica*). Die uns lediglich interessirenden Magenthiere lassen sich auf folgende Weise mit den übrigen Thieren vergleichen: * Sie sind *Saugwürmer*, mit vielen Mägen, Selbsttheilung oder Knospenbildung; *Plattwürmer* mit vielen Mägen und Knospenbildung; *Quallen*, mit vielen Mägen, Selbsttheilung oder Knospenbildung; *Räderthiere* mit vielen Mägen, Knospenbildung oder Theilung; *Strudelwürmer* mit vielen Mägen und Knospenbildung, ohne Scheingliederung; *Fadenwürmer* mit Knospenbildung oder Scheingliederung(?) und vereintem doppelten Geschlecht; *Spaltthiere* (Naïden) ohne Gliederung und Puls; *Schnecken* ohne Herz, mit

* Zoologisches System von EHRENBURG 1835.

I. Myeloneura. Central-Nervensystem durch Hirn und Rückenmark vertreten.

1. *Nutrientia*, nähren ihre Jungen (Mammalia, Aves).
2. *Orphanozoa*, nähren ihre Jungen nicht (Reptilia, Pisces).

II. Ganglioneura. Centrales Nervensystem durch Ganglien vertreten.

1. *Sphygmozoa* s. *Cordata*. Mit Herz oder pulsirenden Gefässen.

- (a) *Articulata*. Mit gegliedertem Körper und Ganglienkette. Die im heutigen Sinne genommenen Arthropoden und Anneliden.
- (b) *Mollusca*. Mit ungegliedertem Körper und zerstreuten Ganglien. Die im heutigen Sinne genommenen Mollusken.

2. *Asphycta* s. *Vasculosa*. Mit Gefässen, ohne Puls.

- (a) *Tubulata*. Ohne Gliederung; der Darm ein einfaches Rohr oder ein Sack.
 { Bryozoa, Polypi (pro parte), Vermes (pro parte), Echinodermata (pro parte).
- (b) *Racemifera*. Ohne Gliederung; der Darm getheilt, gabelig oder verästelt.
 { Asteridæ. Medusæ. Anthozoa. Trematoda.
 Cestoda. Turbellaria. Rotatoria. Polygastrica.

Conf. CARUS, Gesch. d. Zoologie, 671.

¹ XIV.

Selbsttheilung; *Insecten* ohne Gliederung und Gefäßpulsation mit vereintem doppeltem Geschlecht, Knospenbildung und Selbsttheilung; *Fische* ohne Rückenmark und Herz, mit vielen Mägen, vereintem doppeltem Geschlecht, Knospenbildung oder Selbsttheilung.¹ Aus dieser Parallele ist am besten zu ersehen, welch' hohen und complicirten Organismus EHRENBURG den Infusorien zugeschrieben hatte.

In der Hauptgruppierung der Infusorien und der Umgrenzung der Gruppen stützte sich EHRENBURG im Grossen und Ganzen auf MÜLLER. Den Unterschied zwischen den *Rotatorien* (einem Theil der Bullarien) und den *Infusorien* im engeren Sinne hatte auch schon Letzterer wahrgenommen; jedoch hat EHRENBURG, gestützt auf die von ihm mit vollkommeneren optischen Apparaten und auf die von DUTROCHET ausgeführten Untersuchungen die Abweichungen in der Organisation schärfer erkannt und die beiden Gruppen auf den Rang zweier Thierclassen (*Rotatoria* und *Polygastrica*) erhoben. Von den Magenthieren, welche den MÜLLER'schen Infusorien in engerem Sinne entsprechen, schloss er die in den MÜLLER'schen Generibus *Cercaria* und *Trichoda* enthaltenen wenigen Rotatorien vollkommen aus; andererseits schied er diejenigen Repräsentanten der chaotischen MÜLLER'schen Genus *Vorticella*, welche nach den heutigen Anschauungen theils den *Ciliolagellaten*, theils den *Ciliaten* und *Acinetinen* zuzuzählen sind, von den in demselben Genus enthaltenen zahlreichen Rotatorien aus und wies ihnen einen entsprechenden Platz in der Classe der Magenthier an. Des Ferneren wurden von ihm die zu den Bryozoën gehörige *Leucophra heteroclita*, sowie die bei MÜLLER im Genus *Cercaria* figurirenden Samenfäden, die Larven der Distomeen, die eigentlichen *Cercarien* und endlich auch die zum Genus *Vibrio* gezählten Anguilluliden ausgeschlossen. Dagegen wurden, gerade so wie bei MÜLLER, ein Theil der *Schizomyceten* (*Vibronia*), dann sämmtliche chlorophyllosen und chlorophyllhaltigen *Flagellaten*, endlich auch die *Closterineen* und die mit den *Diatomeen* vereinigten übrigen *Desmidiaceen* (= *Bacillaria* Ehb.) unter die Magenthier aufgenommen, trotzdem, dass zahlreiche, competente Zeitgenossen (AGARDH, DE CANDOLLE, FRIES, GRUITHUISEN, HOOKER, KÜTZING, MEYER, MORREN, NEES VON EISENBECK, TURPIN, TREVIRANUS u. A.) die letzteren Organismen als zum Pflanzenreich

gehörig betrachteten; zu den *Desmidiaceen* (= *Bacillaria* Ehb.) zählte er im Anhang auch noch einen Theil der *Acinetinen* (*Acineta Lyngbeyei*, *A. tuberosa*, *A. mystacina*), während die *Podophrya fixa* neben *Actinophrys* und *Trichodiscus* unter die *Enchelynen* eingereiht wurde. Von den *Rhizopoden* sind in dem grossen EHRENBURG'schen Werke verhältnissmässig wenig beschrieben, alles in allem einige *Amoeba*-Arten als Repräsentanten einer besonderen Familie, der *Amoeben*, ferner einige *Arcella*- und *Diffugia*-Arten, als Repräsentanten der Familie der *Arcellinen*; des Weiteren einige *Heliozoën* unter den Generibus *Actinophrys* und *Trichodiscus*, welche hier, mit Ausnahme von *Podophrya fixa*, in die Familie der bloss holotriche Infusorien enthaltenden *Enchelynen* eingetheilt sind. Die *Polythalamien* hielt EHRENBURG mit den *Bryozoën* verwandt; endlich betrachtete er die ihm nur von den Kieselpanzern lebender und ausgestorbener Arten her bekannten *Radiolarien* (= *Polycystina* Ehb.) bald für eine den *Polygastricis* verwandte Gruppe (1838), bald für Repräsentanten einer eigenen Thierclassen.*

Diese Protisten, von welchen beim gegenwärtigen Stand der Kenntnisse mit Bestimmtheit behauptet werden darf, dass sie eine wesentlich verschiedene Organisation besitzen, sollten, nach der EHRENBURG'schen Ansicht, trotz ihrer Kleinheit, mit einer hochentwickelten und gleichförmig charakteristischen Organisation versehen sein, welche ich im Folgenden zu skizziren versuche.

EHRENBURG wurde gleich zu Beginn seiner Untersuchungen zur Annahme geführt, dass die Infusorien Ernährungsorgane von complicirtem Bau besässen, und die erzielten, für richtig gehaltenen Resultate spornten ihn an, auch andere, bei höheren Thierarten vorkommende Organe zu suchen, und trieben ihn endlich gar zur allerdings meisterhaften Ausführung der Lehre von der hohen Organisation der Infusorien. Der fundamentale Irrthum MÜLLER's, wonach die Infusorien überhaupt keine feste Nahrung zu sich nehmen, konnte dem Forscherauge EHRENBURG's nicht entgehen; im Inneren der grösseren Infusorien sind die verschlungenen Fremdkörper leicht zu erkennen und bei einiger Geduld kann auch der Schlingact

* Die von LÉON DUFOUR im Jahre 1826 (*Annales des sciences naturelles*, t. VIII) zuerst beschriebenen *Gregarinen*, welche damals allgemein für Würmer gehalten wurden, sind bei EHRENBURG gar nicht berücksichtigt.

¹ S. *

beobachtet werden. EHRENBURG hatte nicht allein den Schlingact und den verschieden gestalteten Schlund beobachtet, sondern, wie vor ihm schon GLEICHEN, auch die Entleerung der unverdaulichen Nahrungsbestandtheile, und er gelangte zu dem Ergebniss, dass die Afteröffnung entweder mit dem Mund zusammenfällt, oder mehr weniger entfernt von diesem, manchmal sogar am entgegengesetzten Punkt des Körpers situirt ist. Ferner war es EHRENBURG aufgefallen, dass die Nahrungsbestandtheile, von der Mund- bis zur Afteröffnung vordringend, gewisse regelmässige Bahnen beschreiben, welche geradlinig, spiralig gewunden oder hufeisenförmig gekrümmt sein können. Wo eine Mundöffnung besteht, da ist zuweilen auch der in seinem feineren Bau sehr verschiedene Schlund gut zu erkennen, sowie zumeist auch eine besondere Afteröffnung, zu welcher die unverdaulichen Stoffe auf einer bestimmten regelmässig verlaufenden Bahn gelangen; ist es da nicht wahrscheinlich, dass im Verlauf der soeben erwähnten Bahn auch ein wegen seiner Feinheit direct nicht sichtbarer Darmtheil sich befindet, welcher den Mund, respective den Schlund mit der Afteröffnung verbindet? Diese Frage hatte sich EHRENBURG gestellt und suchte nach einer Methode um sie zu lösen, das heisst um den unsichtbaren Darmkanal sichtbar zu machen.

Die Erfolg verheissende Methode wurde schon vor ihm von GLEICHEN erdacht, der seine Infusorien (s. oben) mit Carmin fütterte. Nach Anwendung dieser Methode fand EHRENBURG, dass die Carmin-, Indigo- oder anderen Farbstoff-Körnchen von den Infusorien gierig verschlungen werden, durch die Mund- resp. Schlundhöhle in das Innere des Leibes gelangen und hier kugelige Hohlräume ausfüllen, welche schon von GLEICHEN gesehen und unbegreiflicher Weise für die tingirten Eier der Infusorien gehalten wurden; im Momente des Schlingens kann jenseits des Mundes resp. des Schlundes jene röhrenartige Bahn ganz deutlich ausgenommen werden, durch welche die farbigen Körnchen in die soeben erwähnten kugeligen Hohlräume gelangen; die Letzteren sind längs jener regelmässigen Bahn angeordnet, welche von der Mund- bis zur Afteröffnung sich hinzieht. Die durch die Carminfütterung erhaltenen Details trachtete EHRENBURG in folgender Weise zu ergänzen: die kugelförmigen Hohlräume, in welche die verschlungene Nahrung gelangt, bilden eben so viele (bis zu 200), mit häutigen Wandungen versehene präformirte Mägen (Magenbläschen, Magen-

zellen, Speisebeutel), welche im leeren Zustand zusammenfallen und wegen ihrer äussersten Feinheit erst wenn sie sich füllen gesehen werden. Diese kleinen Mägen kommen bei allen Infusorien in grosser Anzahl vor, deshalb wurden die Letzteren von EHRENBURG Magenthier (Polygastrica) benannt. Bezüglich der übrigen Theile des Verdauungsapparates besteht bei den Magenthierchen ein wesentlicher Unterschied: bei einem Theil, den *Darmlosen* (*Anentera*), dient der Mund gleichzeitig als Entleerungsöffnung; ein eigentlicher Darm mangelt, dagegen stehen die zahlreichen Mägen durch Röhren von unsichtbarer Feinheit unmittelbar mit dem Mund in Verbindung, wodurch der ganze Verdauungsapparat die Form des Blütenstandes der Umbelliferen annimmt, in welcher die Stelle der einzelnen Blüten durch die blasenförmigen Mägen eingenommen wird; letztere gehen mit ihren, in einem gemeinsamen Punkte zusammenlaufenden Stielen, den unsichtbaren Röhren, von der Mundöffnung aus. Dem gegenüber ist die andere Hauptgruppe der Magenthier mit einem, wegen seiner Feinheit nur beim Schlingact wahrnehmbaren geraden (*Orthocoela*), schraubenförmig gewundenen (*Campylocoela*) oder hufeisenförmig gebogenen (*Cyclocoela*) eigenen Darmrohr versehen (*Darmthiere*, *Enterodela*), welches entweder mit einer eigenen Afteröffnung ausmündet (*Ortho-* und *Campylocoela*) oder zur Mundöffnung zurückführt (*Cyclocoela*); an diesem Darne hängen dem ganzen Verlauf entlang, wie die Beeren der Traube, die blasenförmigen Mägen, welche von der verschlungenen Nahrung der Reihe nach passirt werden. Die genaue Ermittlung der Situation von Mund- und Afteröffnung, sowie der bis dahin ganz unbekannten feineren Structur der Mund- und Schlundhöhle sind ohne Zweifel zu den wichtigsten Ergebnissen der von EHRENBURG angestellten Untersuchungen zu rechnen, da es, ohne diese genau zu kennen, beinahe unmöglich ist, die einzelnen Formen genau zu unterscheiden, und das hierauf gerichtete Bestreben lediglich zum unsicheren Herumtasten wird.

Nach EHRENBURG wird der Verdauungsapparat einiger Infusorien durch Verdauungssäfte liefernde Specialorgane ergänzt. Bei den *Nassulinen*, meint er,¹ wurde ein ganz neues Organsystem sichtbar, welches auch bei mehreren anderen, vielleicht bei

¹ S. 339.

allen Magenthieren vorzukommen scheint, nur ist es weniger deutlich auszunehmen. Dieses Organ ist bei den *Nassulinen* violett gefärbt und dient augenscheinlich der Verdauung, verrichtet demnach die Secretion eines gallenartigen Saftes und kommt ganz in derselben Form ausser bei den *Nassulinen* nur noch bei *Chilodon ornatus* und bei *Chlamydodon* vor; ein ähnliches Organ wurde aber auch bei *Bursaria vernalis* und bei *Trachelius Meleagris* beobachtet und kann hier mit den häufig blasenförmigen Drüsen verglichen werden, welche dem Magen der Rotatorien anhängen. — Die Magenbläschen der *Nassulinen* sind in der That mit einer farbigen, von blass Rosa durch Violett bis zum gesättigten Blau die verschiedensten Farbennuancen zeigenden Flüssigkeit erfüllt; infolge dessen bieten diese Thierchen durch die zarten, häufig in demselben Individuum verschiedenen Farben den prächtigsten Anblick. Forscht man jedoch nach dem Ursprung dieser Farben, so wird man sich leicht überzeugen, dass es nicht Secrete besonderer Drüsen sind, sondern von jenen *Oscillarien* herrühren, mit welchen sich diese Infusorien beinahe ausschliesslich ernähren, und deren extrahirte Farbstoffe durch die Verdauung verschiedene Farbenveränderungen erleiden. Denselben Ursprung besitzt ohne Zweifel auch die in den Magenbläschen von (*Chlamydodon Mnemosyne* und *Bursaria vernalis* (= *Cyrtostomum leucas* STEIN, *Frontania leucas* CLAP. et LAHCM.) enthaltene tingirte Flüssigkeit; dagegen sind die blass rosenrothen Bläschen der *Amphilothen* und des *Trachelius Meleagris* gewiss nichts anderes, als pulsirende Vacuolen, deren farbloser Inhalt, durch nicht vollkommen achromatische Linsen betrachtet, blass rosenroth erscheint.

Dieser durch geistreiche Ergänzung der Wahrheit mit Dichtung begründete complicirte Verdauungsapparat, zu welchem vielleicht eine beiläufige Bemerkung bei MÜLLER* den Anstoss gab, ist nach EHRENBURG für sämtliche Magenthierchen charakteristisch, und wurde von ihm auch bei denjenigen angenommen, wo, wie bei den *Bacillarien*, *Closterien* oder *Vibrionen*, nicht einmal Spuren desselben zu sehen

* MÜLLER sagt nämlich bei Beschreibung der *Kolpoda Meleagris* (= *Amphileptus Meleagris* Ehb., *Lorophyllum M. Duj.*) Folgendes: «Intra utrumque lineae longitudinales subtilissimae, ac versus postica in medio sphaerulae majores tres; hae in paucioribus conspicuae forte vices stomachi aut intestini agunt, haec enim viscera, dum vacua sint, in Bullariis et Planariis minus conspicua sunt.» S. 100.

waren, bei welchen er sich bald auf die äusserste Kleinheit dieser Organismen, bald auf die Lückenhaftigkeit seiner Untersuchungen berief. Natürlich konnte dabei EHRENBURG nicht übersehen, dass durch die von ihm geöffnete Nothpforte unter seine Magenthierchen ohne Zweifel sehr leicht auch pflanzliche Organismen könnten eingeschmuggelt werden; dadurch sieht er sich veranlasst, an einer Stelle ausführlich zu erörtern,¹ warum die *Conjugaten*, (*Spirogyren*, *Zygnemen*) nicht als Thiere können angesprochen werden!

Bei einem für so vollkommen entwickelt gedachten Verdauungsapparat ist auch das Vorhandensein eines entsprechenden besonderen Gefässsystems nicht undenkbar, ja sogar wahrscheinlich, und in der That supponirte EHRENBURG, dass seine Magenthierchen, nachdem ihre anderen Organe eine analoge Entwicklung aufweisen, wie die der grösseren Thiere, auch ein Gefässsystem besitzen müssen, welches jedoch im Einklang mit der Winzigkeit dieser Organismen, unendlich zart gebaut ist und, wegen der Farblosigkeit des Blutes, selbst mit den stärksten Vergrösserungen nicht kann gesehen werden.

Nach EHRENBURG's Meinung wären sämtliche Magenthierchen, sowie seiner Auffassung nach auch die Rotatorien, Hermaphroditen. Die ganz verfehlte Auslegung der mit grossem Fleiss erforschten Details führte EHRENBURG auch bezüglich der Geschlechtsorgane zur Annahme, dass diese bei seinen Magenthierchen entwickelt sein müssen. Das weibliche Zeugungsorgan ist bei allen Magenthieren durch die im ganzen Körper vertheilten, offenbar ein Netzwerk bildenden Ovarien repräsentirt, welche wegen ihrer Zartheit, selbst wohl unsichtbar sind, doch können die darin gebildeten Eier mehr-minder deutlich gesehen werden. Es wurden nämlich die Einschlüsse des Protoplasmakörpers von der verschiedensten morphologischen und biologischen Bedeutung für Eier angesprochen: so Chlorophyll-Kügelchen und überhaupt Pigmente, Paramylon-Körperchen und die Körnchen des Protoplasmas selbst; diese Eier sollten entweder durch die Afteröffnung, oder beim Zerfliessen des abgestorbenen Magenthier-Leibes frei werden.

Viel complicirter, als das weibliche, sollte nach EHRENBURG das männlichen Geschlechtsorgan gebaut sein, welches aus einem oder mehreren Hoden

¹ S. 99.

und aus einem oder zwei Samenbläschen bestünde.* Als Hoden hatte EHRENBURG die Kerne angesprochen, für deren allgemeines Vorkommen der Nachweis ihm zu verdanken ist. Bei manchen *Euglena*-Arten (z. B. *Euglena spirogyra*), deren Kern seiner Aufmerksamkeit entgangen war, hält er die grossen Paramylon-Körper für den Hoden entsprechende «*Drüsenorgane*». Der oder die Hoden sollten vermittelt Samenleiter von unsichtbarer Zartheit mit einem oder mehreren Samenbläschen in Verbindung stehen, welche letzteren durch rhythmisches Pulsiren den aufgenommenen Samen zur Befruchtung der Eier im Körper vertheilen. Diese eigenthümlich pulsirenden Samenbläschen sind freilich wieder nichts weiter, als sogenannte pulsirende Vacuolen, für deren allgemeines Vorkommen der Nachweis gleichfalls EHRENBURG zu verdanken ist. Diese bizarre Auffassung der männlichen Genitalien findet ihre Erklärung in der Erbsünde EHRENBURG's, d. i. in der von ihm zwischen der Organisation der Magenthiere und der Rotatorien gezogenen Parallele und der zwischen beiden aufgestellten Homologie. EHRENBURG hielt nämlich die Stämme der beiden Wassergefässe bei den Rotatorien für Samenleiter, deren vordere knäuelartige Enden für Hoden, das pulsirende Bläschen aber, welches Wassergefässe aufnimmt und seinen Inhalt zeitweise pulsirend durch die Kloake entleert, für ein Samenbläschen; auf falsche Homologien gestützt gelangte er auf diese Weise zu der obigen wunderlichen Erklärung der männlichen Genitalien der Magenthiere.

In Uebereinstimmung mit den vegetativen, zeigen auch die animalischen Organe eine hohe Differenzirung. Die Magenthiere verhalten sich gegen äussere Reize keineswegs indifferent. Sie reagiren auf Temperaturveränderungen, auf die Berührung mit Fremdkörpern, sind also empfindlich, wie die höheren Thiere; mit den Cilien und fadenförmigen Rüsseln (den Flagellen nach der heutigen Terminologie) tasten sie sichtbar um sich. Die meisten suchen das Licht auf, während ein anderer Theil die Dunkelheit vorzieht; es erleidet also keinen Zweifel, dass sie für Lichtreize empfindlich sind. In Anbetracht dessen, dass bei zahlreichen *Flagellaten* und einigen *Ciliaten*

(z. B. *Ophryoglena*) am vorderen Theil des Körpers, an derselben Stelle, wo bei höheren Thieren die Augen sitzen, ein zumeist lebhaft rubinrother, seltener schwarzer (*Ophryoglena atra*), scharf umschriebener, kugelig oder eiförmiger Fleck gefunden wird, welcher von den Augen der Rotatorien, Turbellarien und einiger Entomostraken kaum zu unterscheiden ist: lag es gewiss sehr nahe zu vermuthen, dass die fraglichen Organe echte Sehorgane, *Augen* sind. Da nun aber Augen ohne ein Nervensystem nicht denkbar sind: durchforschte EHRENBURG die Umgebung des Augenflecks aufmerksam nach einem Organ, welches als Ganglion könnte angesprochen werden, und fand es in der That bei der *Astasice Amblyophis viridis*¹ in der Form einer «drüsigen kugeligen Masse,» auf welcher der rothe Augenfleck in derselben Weise aufsitzt, wie das Auge auf dem Gehirn, resp. dem suprapharyngealen Ganglion der Rotatorien und Entomostraken. Dieses Organ ist gewiss nichts weiter als eine pulsirende Vacuole; von EHRENBURG wurde es aber für ein Ganglion gehalten, und diese eine unzureichende Beobachtung genügte ihm, um im Allgemeinen zu erklären, dass die Magenthiere auch ein aus einem oder vielleicht mehreren zerstreuten Ganglien bestehendes Nervensystem besitzen, welches mit den daraus entspringenden, unendlich feinen Nerven bisher nicht bei allen Species konnte nachgewiesen werden.

Um die genauere Kenntniss der Bewegungsorgane hat sich EHRENBURG sehr grosse Verdienste erworben. Bei allen Ciliaten (*Enterodela* EHBG.) wurden von ihm die Locomotion bedingenden *Flimmerhaare* nachgewiesen, und wenn auch seine, auf die Grössen- und Dislocationsverhältnisse der Cilien gerichteten Studien keinen Anspruch auf Vollkommenheit haben können: so haben sie doch für den erfolgreichen Fortschritt späterer Forscher die Bahn gebrochen und angedeutet. Die Locomotion der heutigen Tages unter dem Namen der *Flagellaten* zusammengefassten Protisten erschien den Vorgängern EHRENBURG's grössten Theils als ein mystisches, unerklärliches Phänomen; durch eine glücklich gewählten Methode, nämlich mittelst Fixiren der Protisten durch rasches Eintrocknen, konnte EHRENBURG nachweisen, dass die räthselhafte Ortsveränderung durch einen, manchmal auch durch mehrere wirbelnde Fäden (*Rüssel*) bedingt sei. Bei den *Peri-*

* Die in grösserer Anzahl vorhandenen pulsirenden Vacuolen wurden von EHRENBURG ganz willkürlich für Mägen erklärt (z. B. bei einigen Vertretern der Genera *Amphileptus* und *Trachelius*), die einzelnen oder paarigen aber für Samenbläschen.

¹ S. 104.

dineen kommen ausser dem Rüssel auch noch feine Flimmerhärchen vor, welche den Leib dieser Thierchen in der Mitte umfassen. Er beschreibt auch ganz genau, wie die ihre Gestalt proteusartig unablässig verändernden *Amoeben* von jedem beliebigen Punkte ihres zähflüssigen, contractilen Körpers gleich Füssen wirkende Fortsätze, *Pseudopodien*, ausschicken, was in gleicher Weise auch die *Arcellinen* thun. Die *Bacillarien* endlich gleiten auf einem durch den Längsspalt ihres Panzers vorgestreckten, Schneckenfuss-förmigen Fortsatze vorwärts, — eine Auslegung, welche durch die neueren Untersuchungen von MAX SCHULTZE bestätigt wurde.

Wodurch werden aber diese Organe in Bewegung erhalten? Auf diese Frage trachtete EHRENBURG eine mit seiner allgemeinen Anschauung in Harmonie stehende Antwort zu geben, welche sich nur auf vereinzelte Beobachtungen stützte, und natürlich musste er sich auch diesmal irren. An den *Vorticellinen* mit zusammenschnellendem Stiele unterschied EHRENBURG ein den röhrenförmigen Stiel entlang verlaufendes contractiles Band; bei den *Stentoren* sah er Ähnliche längs der den ganzen Körper bedeckenden Cilien verlaufen. Diese Bänder konnten natürlich nichts anderes als *Muskel* sein, und dies genügte ihm zur Annahme, dass die Magenthiere im Allgemeinen ein hoch entwickeltes Muskelsystem besitzen, und dass selbst die Flimmerhaare und Rüssel durch Muskel von unsichtbarer Feinheit in Bewegung erhalten werden.

Die allgemeine Körperbedeckung der Magenthiere ist entweder wegen ihrer Zartheit von structurlosem Ansehen, weich und dehnbar, oder sie wird durch einen harten, bald hornartigen, bald ganz spröden Kieselsäure-Panzer gebildet, welcher bei den *Bacillarien* und den *Pseudidinen* mit charakteristischen zarten Skulpturen verziert erscheint. Die Panzer der abgestorbenen Magenthiere bilden häufig für sich allein mächtige Gesteine und spielen in der Gestaltung der Erdrinde eine gewaltige Rolle. Endlich gibt es einige Magenthiere, deren Körper in einem verschieden geformten, rigiden oder elastischen, hornartigen Gehäuse, in einer Scheide steckt.*

* Auf Anwesenheit oder Mangel des Panzers legt EHRENBURG in seinem System grosses Gewicht, bedient sich jedoch dieses Ausdruckes nicht consequent, indem er bald die allgemeine Körperbedeckung, bald wieder die vom Körper absteckende Scheide «Panzer» nennt.

Sämmtliche Magenthiere sind, wie bereits erwähnt, Hermaphroditen; ausser durch zahlreiche Eier sollen sie aber auch durch Knospenbildung und Theilung sich vermehren; in letzterem Falle erfolgt die Zweitheilung der Länge oder der Quere nach. Die in der Richtung der Längsachse zusammenhängenden Magenthiere sind nicht in Paarung begriffen, wie das von LEEUWENHOEK und Anderen behauptet wurde, sondern in Längstheilung; die Conjugation besteht nur bei den *Closterien*, hat aber hier wahrscheinlich keine sexuelle Bedeutung.¹

Um die fabelhafte Fruchtbarkeit der Magenthiere zu illustriren, hat EHRENBURG Berechnungen angestellt, deren Ergebnisse eine allgemeine Verwunderung hervorriefen. «Da eine Vorticelle oder Bacillarie sich binnen 1 Stunde theilt und nach Zwischenzeit von 1 Stunde wieder theilt, also in 3 Stunden aus einem 4 werden und in 5 Stunden aus einem 8, in 7 Stunden aus einem 16, so ist es möglich, dass in je 24 Stunden 4096 Einzelthiere aus 1, in 48 Stunden oder 2 Tagen aber 8 Millionen und in 4 Tagen 140 Billionen werden. Im Biliner Polirschiefer bilden ungefähr 41,000 Millionen Gallionellen immer 1 Cubikzoll Stein, daher etwa 70 Billionen 1 Cubikfuss (1728 C.-Zoll = 1 C.-Fuss). Mithin könnte ein Thierchen durch blosse Selbsttheilung in 4 Tagen möglicherweise 2 Cubikfuss Stein bilden. — Die beobachtete Fortpflanzung der Infusorien durch Selbsttheilung giebt eine, alle Berechnung möglicher Zerstörung des Individuums aufhebende, mögliche Erhaltung und Verbreitung derselben in Meeren und Lüften, welche poetisch genug an Unsterblichkeit und ewige Jugend grenzt. Man theile sich in zahllose immer neue Theile, um zahllose Jahre zu leben und jung zu sein!»² Dieser zu kolossalen Zahlen führenden geschlechtslosen Fortpflanzung schliesst sich noch die durch die zahllosen, für kleine Eier gehaltenen Körnchen bewirkte Vermehrung an; da nun diese überaus winzigen Eier aus den ausgetrockneten Pfützen durch Luftströmungen leicht fortgetragen und überall hin zerstreut werden: ist das schnelle Auftreten der Infusorien in Flüssigkeiten leicht erklärlich und bedarf nicht erst der Zuhilfenahme einer hypothetischen generatio æquivoca. Gestützt auf diese Basis hat EHRENBURG die spontane Entstehung ohne Eltern mit ganzer Entschiedenheit zurückgewiesen.

¹ S. 89.

² S. XIII.

Auf die Organisations-Verhältnisse der Magenthierchen gründete EHRENBURG das folgende, in 22 Familien 123 Genera und 553 Species enthaltende System:

Uebersicht der 22 Familien der Magenthierchen:¹

Darmlose, Anentera:	Anhanglose (Fusslose) <i>Gymnica</i> :	Körper- form beständig.	vollkommene Selbsttheilung.	panzerlose	----	<i>Monadina</i> .
			unvollkommene Selbsttheilung (Monadenstockbildung).	gepanzerte	----	<i>Cryptomonadina</i> .
			allseitige Selbsttheilung, mit Panzer (Kugelbildung).	panzerlose	----	<i>Volvocina</i> .
				gepanzerte	----	<i>Closterina</i> .
	Wechselfüssige, <i>Pseudopodia</i> :	Körper- form wechselnd.	panzerlose	----	----	<i>Astasiaeae</i> .
			gepanzerte	----	----	<i>Dinobryina</i> .
	Behaarte, <i>Epitricha</i> :		vieltheiliger Fuss aus einzelner Oeffnung	----	----	<i>Amoebaeae</i> .
			einfacher Fuss aus einzelner oder jeder einzelnen Oeffnung	----	----	<i>Bacillaria</i> .
	Einmündige, <i>Anopisthia</i> :		panzerlose	----	----	<i>Cyclidina</i> .
			gepanzerte	----	----	<i>Peridinaeae</i> .
Darmführende, Enterodola:	Gegenmündige, <i>Enantiotreta</i> :		panzerlose	----	----	<i>Vorticellina</i> .
			gepanzerte	----	----	<i>Ophrydina</i> .
	Wechselmündige, <i>Allotreta</i> :		mit von einem Rüssel überragtem Munde, ohne Schwanz	----	----	<i>Enchelina</i> .
			mit vorderem Munde und schwanzartigem Bauchende	----	----	<i>Colepina</i> .
	Bauchmündige, <i>Catotreta</i> :		nur mit Wimpern bewegt	----	----	<i>Trachelina</i> .
			mit mehrfachen Bewegungsorganen	----	----	<i>Ophryocercina</i> .
			panzerlose	----	----	<i>Aspidiscina</i> .
			gepanzerte	----	----	<i>Colpodeae</i> .

¹ S. **

Zur Kenntniss der Protisten war der erste grosse Schritt von O. FR. MÜLLER gethan worden; EHRENBURG inaugurierte nun mit dem zweiten die neue Epoche; Beide haben für die mühsamen Untersuchungen, mit welchen sie die Wissenschaft bereicherten, Anspruch auf den Dank der Nachwelt; Beide haben zahlreiche neue Formen und unzählige, vor ihnen unbekannte Details der Organisation entdeckt, beschrieben und genau abgebildet; Beide waren glückliche Entdecker, aber nicht immer glückliche Ausleger, in deren Ansichten von den Nachfolgern principiell Irrthümer nachgewiesen wurden. Es sind das die Irrthümer der Bahnbrecher, welche bei dem damaligen Stand der Wissenschaft, auf den MÜLLER und EHRENBURG sich stützen konnten, kaum zu vermeiden waren. Ein jedes Ergebniss der wissenschaftlichen Forschung kann gerecht nur von dem Standpunkt jener Zeit beurtheilt oder verurtheilt werden, welche sie erzeugte; und es kann nicht bezweifelt werden, dass die uns abenteuerlich erscheinenden Ansichten EHRENBURG's in jener Zeit, als sie zu Stande kamen — welche von der Zelle und von der histologischen Structur der höheren Thiere und

Pflanzen, sowie von der Anatomie der niederen Thiere nur fragmentarische und unklare, von den morphologischen und Entwicklungs-Verhältnissen der niedersten Pflanzen aber so gut wie gar keine Kenntnisse besass — mit den herrschenden Ansichten nicht im Widerspruch standen, sondern denselben sogar vollkommen angemessen waren. Neue Lehren haben nur dann Aussicht acceptirt zu werden, wenn sie den wissenschaftlichen Ansichten des Zeitalters nicht widersprechen, wenn sie sozusagen dem Zeitgeist entsprossen sind. Die EHRENBURG'sche Lehre von der hohen Organisation der Infusionsthierchen war aber von dieser Art; darum wurde sie auch beinahe von allen Seiten mit ungetheilter Anerkennung aufgenommen und begegnete dem allgemeinen Zuspruch. In Hörsälen, Lehr- und Handbüchern, wissenschaftlichen und populären Zeitschriften und Familienblättern, sowie in der Tagespresse wurde die EHRENBURG'sche neue Lehre mit Begeisterung verkündet und der gefeierte Mann verherrlicht, der die Entdeckung gemacht, dass vom Menschen angefangen bis hinab zu den winzigsten Monaden überall eine gleich hohe Organisa-

tion existirt. Auch jene Sorte von Gelehrten liess nicht lange auf sich warten, die sich in der Regel beeilt: die Entdeckungen Anderer durch Nacharbeiten zu bestätigen, und Diese verkündeten mit lauter Stimme, dass sie sich durch selbständige kritische Forschung von der Richtigkeit der EHRENBURG'sche Lehre überzeugt haben! Doch mangelte es auch an einzelnen einsichtsvollen Naturforschern nicht, welche gegen die EHRENBURG'sche Lehre von der hohen Organisation sofort, in der ersten Zeit ihrer begeisterten Aufnahme das Wort ergriffen und trotz der grossen Autorität EHRENBURG's die entgegengesetzten Ansichten über die Organisation der Infusorien allmählig zur Geltung erhoben und für die heut zu Tage herrschenden Ansichten die Bahn ebneten.

Unter diesen gebührt der erste Platz unzweifelhaft FELIX DUJARDIN, dem Professor zu Rennes, der von 1835 ab in mehreren kurzen Abhandlungen, im Jahre 1841 aber in einem auf sämtliche Infusionen sich erstreckenden und auf selbständiger Forschung fussenden grossen Werke gegen die EHRENBURG'sche Ansicht mit aller Entschiedenheit zu Felde zog, und sich in jenem Theil der Wissenschaften, welcher von den niedersten Wesen handelt, einen glorreichen Namen sicherte.

Im Obigen wurde bereits erwähnt, dass gewisse *Rhizopoden*, respective deren zierliche Kalkschalen bereits im vorigen Jahrhundert bekannt und von BREYN mit dem Namen *Polythalamia* belegt wurden.¹ Ueber die Organisation dieser an Schnecken, sowie an gewisse lebende und ausgestorbene Kephelopoden (*Nautilus*, *Ammonites*) erinnernden winzigen Schalenbewohner war den älteren Forschern nichts Näheres bekannt, doch wurde allgemein angenommen, dass es nur kleine Schnecken sein können. D'ORBIGNY war es, der im Jahre 1826 diese Schalenbewohner zuerst beschrieb und sie trotz ihrer Kleinheit für wahre *Mollusken* mit der charakteristischen Organisation der Kephelopoden erklärte und nach ihren von feinen Löchern durchbrochenen Schalen *Foraminiferen* nannte.² Neun Jahre nach dieser von einer mehr als alltäglichen Phantasie zeugenden Beschreibung d'ORBIGNY's machte DUJARDIN die Mittheilung,³ durch

Untersuchungen an den lebenden Foraminiferen der französischen Küsten zu dem Ergebniss gelangt zu sein, dass den Foraminiferen bei Weitem nicht jene hohe Organisation zukommt, welche ihnen von d'ORBIGNY zugeschrieben wurde; im Gegentheil verhalte sich die Sache so, dass die durch quere Scheidewände in einzelne Fächer oder Kammern getheilten Gehäuse eine der besonderen Organe überhaupt entbehrende, schleimige, lebendige Substanz enthalten, welche durch die Poren des Gehäuses feine, fadenförmige, verzweigte Fortsätze aussenden kann, die, zurückgezogen, spurlos verschwinden. «Die sehr feinen Fäden strecken sich langsam in gerader Linie (bei den auf Glas gleitenden *Polythalamien*) auf der Oberfläche des Glases; es fliesst ununterbrochen neue Substanz nach, untermischt mit unregelmässigen Kügelchen, welche den Fäden eine ungleiche Dicke verleihen; nachdem sich der Faden allmählig verdickt hat, sendet er seitwärts Zweige, welche in derselben Weise wachsen, wie der erste Faden; bald darauf hört das Zutliessen auf und die Bewegung wird umgekehrt, der Faden zieht sich zurück und verschmilzt endlich mit der Grundsubstanz des Thieres, um zur Heranbildung eines neuen Fadens zu dienen. Diese Fäden können nicht für echte Tentakeln gehalten werden, sie bestehen aus einer einfachen, thierischen Ursubstanz, welche sich den Wurzeln gleich ausbreitet und heranwächst.» — Es bedarf keiner weiteren Beweisführung, dass diese einfachen, aus lebendigem Schleim ohne stabile Organe bestehenden Wesen nicht unter die Mollusken oder in einen anderen höheren Typus eingereiht werden können. Von DUJARDIN wurden sie als Repräsentanten einer besonderen Thiergruppe betrachtet, welche von ihm, um die übereinander liegenden Fächer des Gehäuses auszudrücken, zuerst *Symplectomères*, später, nachdem ihm auch Formen mit nicht fächerigem Gehäuse bekannt wurden, wegen ihrer wurzelförmigen, vergänglichen Füsse *Rhizopoden*, d. i. *Wurzelfüsser* benannt und zu den Infusorien eingetheilt wurden.

Durch fortgesetzte Untersuchungen gelangte DUJARDIN zu dem wichtigen Resultat, dass die Leiber sämtlicher Infusorien, sowie der *Rhizopoden* aus einer einfachen organlosen animalischen Ursubstanz

¹ Dissertatio de Polythalamiiis, nova testacearum classe. Gedani, 1732. Conf. SCHULTZE, *Polythalamien*.

² Tableau méthodique de la classe des Céphalopodes. Ann. d. scienc. natur. Tom. VII. Conf. SCHULTZE, *Polythalamien*.

³ Bulletin de la société des sciences de France. No. 3.

1835. Im Auszug: Ann. d. scienc. nat. 1835. 2. ser. Tom. III. p. 108. Conf. SCHULTZE, *Polythalamien*. Dann die Ergebnisse seiner späteren Untersuchungen in Ann. d. scienc. nat. 1835. Tom. III. S. 312.

besteht, welcher er den Namen *Sarcode* beilegte.¹ Die *Sarcode* ist — nach DUJARDIN — eine, verschieden grosse Körnchen enthaltende, aber im Grunde homogene, durchsichtige, das Licht stärker als Wasser, aber schwächer als Oel brechende, ohne Nerven reizbare, ohne Muskel contractile, elastische, schleimige Substanz. — Das heisst die *Sarcode* ist jene lebendige Substanz, welche von den Pflanzenhistologen mit dem von HUGO VON MOHL² empfohlenen Ausdruck schon seit 1846, von den Zoologen aber nach der Initiative von MAX SCHULTZE³ seit 1863 *Protoplasma* (Cytoplasma KÖLLIKER, Bioplasma BEAL) genannt wird.*

Die *Sarcode* hat bei einer Reihe von Infusorien, nämlich bei den Rhizopoden, wohin auch die *Arcellinen* EHRENBURG's gehören, sowie bei den nahe verwandten *Amoeben* und *Actinophryinen* eine nackte Oberfläche, das heisst sie ist mit keiner Cuticula bedeckt; dem entsprechend vermögen die genannten Protisten vergängliche Fortsätze von verschiedener Form, *Pseudopodien*, hervorstrecken, was die übrigen Infusorien, nämlich die *Vibrioneen*, sowie die *Flagellaten* und *Ciliaten*, deren Körper mit einer mehr-weniger resistenten Cuticula bedeckt ist, eben aus diesem Grund nicht vermögen.

Die lichten Kugeln, welche in den Infusorien die verschlungene Nahrung aufnehmen und von EHRENBURG für constant vorkommende Bestandtheile eines complicirten Verdauungsapparates angesprochen wurden, erklärte DUJARDIN in einer, dem wahren Sachverhalt vollkommen entsprechenden, sehr einfachen Weise. Sie sind nichts weiter, als in der *Sarcode* temporär auftretende *Hohlräume* (*vacuoles*) ohne eigene Wandungen, dadurch zu Stande gekommen, dass die durch die temporäre oder constante Mundöffnung in das Innere des *Sarcodelibes* eingedrungenen Nahrungstheilchen mit dem aufgenommenen Wasser in der weichen *Sarcode* Höhlungen erzeugen, deren Entstehen beim Füttern mit Indigo- oder Karmin-

Körnchen unmittelbar kann beobachtet werden; bei *Paramecium*, *Kolpoda* oder *Vorticella* kann man z. B. sehr deutlich sehen, wie die mit dem Wasser aufgenommenen Karminkörnchen sich am unteren offenen Ende des Schlundes in der *Sarcode* einen anfangs spindelförmigen, später abgerundeten Raum aushöhlen, welcher, zu einer gewissen Grösse gelangt, sich vom Schlundende abschnürt, in der *Sarcode* weiter vordringt, und durch eine neugebildete *Vacuole* immer weiter gedrängt wird;* auch davon kann man sich unmittelbar überzeugen, dass diese *Vacuolen* nicht an dem hypothetischen Darm-Kanal, oder unter der Mundhöhle hängen, sondern ganz frei sind und durch die Contraktionen der *Sarcode* hin- und hergeschoben werden; dass es keine präformirten Bläschen sind, wird am handgreiflichsten dadurch bewiesen, dass zwei oder mehrere *Vacuolen* mit einander zu einer grösseren verschmelzen können. Auf Grundlage dieser genau controlirten Beobachtungen konnte DUJARDIN mit voller Bestimmtheit behaupten, dass der von EHRENBURG beschriebene polygastrische Verdauungsapparat überhaupt nicht existire.

Die contractilen Bläschen oder pulsirenden *Vacuolen*, welche EHRENBURG für Samenbläschen erklärt hatte, werden von DUJARDIN für *Vacuolen* in der Rindenschicht der *Sarcode* gehalten (*vacuoles contractiles*, *vesicules contractiles*), welche abwechselnd Wasser einnehmen und wieder entleeren und, wie schon ihr Entdecker SPALLANZANI vermuthet hatte, im Dienste des Athmungsprocesses stehen.

Dass ein Gefässsystem, welches nach EHRENBURG bloss wegen seiner unendlichen Feinheit unsichtbar wäre, in dem winzig kleinen Körper der Infusorien schon aus physikalischen Gründen nicht gedacht werden kann, wird von DUJARDIN mit unwiderleglicher Logik bewiesen: «Le liquide cesse de s'écouler, même sous une forte pression, dans une tube capillaire dont le calibre est suffisamment petit. Or, dans les animaux dont le coeur est le plus puissant, les derniers vaisseaux capillaires ont au moins $\frac{1}{150}$ mm. de diamètre: voudrait-on donc supposer à des Infusoires grands de $\frac{1}{10}$ mm. des vaisseaux de $\frac{1}{100,000}$ millimètre?»¹

¹ Recherches sur les organismes inférieurs. Ann. des scienc. natur. 1835. Tom. V. p. 343. Ferner in dem 1841 erschienenen grossen Werk.

² Vermischte Schriften botanischen Inhaltes. 1846.

³ Das Protoplasma etc.

* Ich kann hier nicht unerwähnt lassen, dass die *Sarcode* der Protisten von PERTY schon lange vor SCHULTZE (1852) *Protoplasma* genannt wurde. (Die kleinsten Lebensformen, S. 56.)

¹ Dieser Vorgang beim Schlingen und der *Vacuolen*-bildung ist im grossen DUJARDIN'schen Werke (Taf. 4, 8, 14 u. 16) sehr lebendig wiedergegeben.

¹ S. 24.

Sowie es also unmöglich ist, bei den Infusorien ein Gefäßsystem vorauszusetzen, ebenso wenig sieht sich DUJARDIN veranlasst ein Nerven- und Muskel-system anzunehmen. Die Sarcode, d. i. die Ursubstanz, aus welcher der Infusorienleib besteht, ist gerade durch die physiologische Eigenschaft charakterisirt, dass sie auch ohne Nerven reizbar, und ohne Muskel contractil ist, — eine These, zu welcher sich auch die moderne Ansicht über das Protoplasma bekennt.

Nach DUJARDIN ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass die Infusorien sich auch auf geschlechtlichem Wege vermehren können; jedoch ist die Theilung die einzige, sicher bekannte Art der Fortpflanzung.

Der von EHRENBURG beschriebene complicirte Sexualapparat existirt gewiss nicht. Dass die in der Sarcode vorkommenden farbigen und farblosen Körnchen, welche beim Zerfliessen Jener frei und zerstreut werden, Eier darstellen, ist eine ganz und gar willkürliche Annahme, deren Richtigkeit durch keine einzige Beobachtung unterstützt wird. Die von EHRENBURG für Hoden angesprochenen Gebilde, welche beim Zerfliessen der Sarcode der Einwirkung des Wassers länger widerstehen, waren bei zahlreichen Infusorien auch DUJARDIN bekannt; da es ihm jedoch ebenso wenig, wie EHRENBURG gelang, deren physiologische Aufgabe zu enträthseln, hütete er sich mit der Vorsicht des objectiven Forschers in Vermuthungen über die Bedeutung dieser Gebilde sich zu ergehen. Dass die sich auf keinerlei Beobachtung stützende, abenteuerliche Ansicht, mit welcher EHRENBURG die Bestimmung der pulsirenden Vacuolen erklärt hatte, von DUJARDIN gänzlich verworfen wurde, haben wir im Obigen bereits erwähnt, und unseres Erachtens erleidet es heutigen Tages keinen Zweifel mehr, dass die SPALLANZANI-DUJARDIN'sche Ansicht über die Aufgabe dieser Organe der Wahrheit bei Weitem näher steht als die EHRENBURG'sche.

DUJARDIN zog den Kreis der Infusorien viel enger, als EHRENBURG. Wohl waren die Rotatorien schon bei EHRENBURG von den Magenthierchen getrennt worden; trotzdem war dieser Forscher in den verhängnissvollen Irrthum verfallen, dass ihm beim Studium der Infusorien stets die hohe Organisation der Rotatorien gewissermassen als Modell vorschwebte. DUJARDIN erwarb sich das kaum genug zu würdigende, hervorragende Verdienst, diesem verhängnissvollen Fehler ausgewichen zu sein, und wenn

er die *Ichthyodineen*, deren Stellung noch heutiges Tages zweifelhaft ist, die aber keines Falls zu den Protisten zu zählen sind, als einen zu den Rotatorien (*Systolides* Duj.) führenden Uebergang einstweilen in der Nachbarschaft von *Coleps* unter den sogenannten symmetrischen Infusorien unterbrachte, so findet dieser Widerspruch seine Erklärung darin, dass DUJARDIN mit der Organisation der *Ichthyodineen* überhaupt nicht im Klaren war. Die EHRENBURG'schen *Closterineen* und *Bacillarien*, das heisst die *Desmidiaceen* und *Diatomeen*, hat DUJARDIN von den Infusorien ganz getrennt; dagegen war er es, der die *Spongien*, als aus *Amoeben* und *Monaden* bestehende Kolonien, anhangsweise neben die *Amoeben* und *Monaden* einreihete;¹ eine Ansicht, welche bekannter Weise eine Zeit lang allgemein getheilt, später jedoch, als die fortgesetzten Untersuchungen zur Erkenntniss der zwischen den Spongien und Coelenteraten obwaltenden Verwandtschafts-Verhältnisse führten, verworfen wurde, obschon sie noch heute Vertheidiger findet, so in CLARK und neuestens in STEIN.² — Uebrigens schliessen sich, unseres Dafürhaltens, die beiden Meinungen keineswegs unbedingt aus; denn so wie die Spongien die unterste Classe der Coelenteraten repräsentiren, können sie nach der anderen Seite hin auch mit den Protisten in einer engen und innigen Verwandtschaft stehen, und es können ihre einfachsten Vertreter so zu sagen den ersten Versuch darstellen, welcher von den losen, polymorphen Kolonien monocellulärer Protozoen zu den zusammenhängende Zellenstaaten repräsentirenden Metazoen hinüberführt. Die Entscheidung über diese in phylogenetischer Hinsicht hochwichtigen Frage ist von weiteren Specialstudien zu erwarten.

Auf Grundlage seiner Untersuchungen hat DUJARDIN ein besonderes System aufgestellt, dessen 21 Familien (als 21. seine symmetrischen Infusorien genommen) ohne Zweifel viel natürlicher gruppirt sind, als die EHRENBURG'schen Familien, welcher Umstand den mit scharfem Blick auserkorenen Classifications-Grundcharakteren (allgemeine Körperform, Locomotions-Organ) zuzuschreiben ist. Die drei Hauptgruppen der Protisten: die *Rhizopoden*, *Flagellaten* und *Ciliaten* sind eigentlich im DUJARDIN'schen System bereits enthalten.

¹ S. 305. 306.

² III. S. 10.

Das Dujardin'sche System (1841).

A) Asymmetrische Infusorien.

I. ORDNUNG.

Ohne sichtbare Locomotions-Organ.

1. Familie. *Vibrionina*.

II. ORDNUNG.

Mit veränderlichen Fortsätzen (Pseudopodien).

- §. 1. Fortsätze contractil, einfach, häufig verästelt.
 2. Familie. *Amoebina*.
 3. „ *Rhizopoda*.
 §. 2. Fortsätze werden sehr langsam contrahirt, sind stets einfach.
 4. Familie. *Actinophryna*.

III. ORDNUNG.

Mit einem oder mehreren geisselförmigen Fäden als Locomotions-Organ; ohne Mund.

- §. 1. Nackt.
 5. Familie. *Monadina*.
 §. 2. Mit einer zarten Haut bedeckt.
 * In Colonien lebend. Fixirt oder frei.
 6. Familie. *Volvocina*.
 7. „ *Dinobryna*.
 * Einzeln lebend; schwimmend.
 8. Familie. *Thecamonadina*.
 9. „ *Euglenina*.
 10. „ *Peridinina*.

IV. ORDNUNG.

Mit Cilien versehen; ohne contractile Hülle; schwimmend.

- * Ungepanzert.
 11. Familie. *Enchelmya*.
 12. „ *Trichodina*.
 13. „ *Keromina*.
 ** Gepanzert.
 14. Familie. *Ploesconina*.
 15. „ *Ercilina*.

V. ORDNUNG.

Mit Cilien und einer zarten, netzförmigen, contractilen Hülle versehen; das Vorhandensein einer Hülle zu mindest durch reihenweise Anordnung der Cilien angedeutet.

- * Stets frei.
 16. Familie. *Leucophryna*.
 17. „ *Paramecina*.
 18. „ *Bursarina*.
 ** Fixirt, entweder willkürlich, oder durch besondere Organe.
 19. Familie. *Urceolarina*.
 20. „ *Vorticellina*.

B) Symmetrische Infusorien.

* Verschiedene Typen.

- *Planariola*.
 — *Coleps*.
 — *Chaetonotus*.
 — *Ichthydina*.

Wie aus dem Angeführten ersichtlich, besteht DUJARDIN's grosses Verdienst darin, dass er in die Mysterien der mikroskopischen Welt ohne vorgefasste Meinung eindrang, und von diesem Standpunkte aus gegen die vielbewunderte und mit Begeisterung aufgenommenene EHRENBURG'sche Anschauung mit nüchterner Objectivität zu Felde zog. Blickt man vom heutigen Standpunkte der Wissenschaft in die Vergangenheit zurück, so muss man bekennen, dass der Ruhm: die Organisation der Infusorien richtig aufgefasst zu haben, nicht dem sonst so hochverdienten Berliner Gelehrten gebührt, sondern jenem «jungen Manne in Paris» — wie EHRENBURG seinen ebenbürtigen Gegner geringschätzend bezeichnete — welcher sich sehr absprechend als Gegner der Infusorien-Organisation aufwarf.¹ Andererseits muss aber hervorgehoben werden, dass DUJARDIN in zwei Richtungen über das Ziel hinaus schoss; erstens dadurch, dass er dem Urstoff, der Sarcod jede feinere Organisation absprach und infolge dessen den Infusorien eine einfachere Organisation zumuthete, als sie ihnen in Wirklichkeit eigen ist; zweitens aber durch die Behauptung, dass auch der Körper der Eingeweidewürmer und Hydroiden lediglich aus Sarcod bestehe, wodurch die scharfe Grenze zwischen Infusorien und den aus Geweben gebildeten Metazoen verwischt wurde.

Ganz unabhängig von DUJARDIN traten auch WOLDEMAR FOCKE, JONES RYMER, MEYEN und von SIEBOLD gegen die EHRENBURG'sche Anschauung auf.

Focke, der sich übrigens in seinem im Jahre 1847 erschienenen Werke² noch eng an EHRENBURG anschloss, ja sogar die *Desmidiaceen* und *Diatomeen* zu den polygastrischen Thieren rechnet und die EHRENBURG'sche Lehre von der hohen Organisation im Allgemeinen für richtig und nur in einzelnen irrthümlich aufgefassten Theilen für reformbedürftig hielt, trat auf den im Jahre 1835 zu Bonn und im Jahre 1842 zu Mainz tagenden Wanderversammlungen deutscher Naturforscher³ mit der höchst interessanten, seitdem von allen in dieser Richtung thätigen Forschern bestätigten Beobachtung auf, dass bei *Paramecium Bursaria* und bei einer *Vaginicole* (offenbar *Vaginicola crystallina*) der Leibesinhalt

¹ S. 111.

² Physiologische Studien.

³ Conf. Isis, 1836, S. 785. Amtl. Bericht üb. d. 20. Versammlung deutsch. Naturforsch. u. Aerzte in Mainz 1842. S. 227. STEIN I. S. 28.

in regelmässiger Rotation begriffen sei, woran angenommene Indigokörnchen in derselben Weise theilnehmen, wie die von EHRENBURG für Eier gehaltenen grünen Kügelchen; durch diese Beobachtung wurde das Vorhandensein eines polygastrischen Darmapparates geradezu ausgeschlossen. Dieselbe Rotation hat JONES RYMER bei *Paramecium Aurelia* beobachtet und hierüber der Versammlung englischer Naturforscher zu New-Castle im Jahre 1838 berichtet.¹ EHRENBURG trachtete die von diesen zwei Forschern beschriebene übereinstimmende Beobachtung durch zwei verschiedene Hypothesen mit seiner Anschauung in Einklang zu bringen. Focke gegenüber erhob er die Behauptung, dass die Circulation der Körnchen bloss eine scheinbare sei: «Es ist ein Irrthum im Urtheil über das Gesehene grade in der Art, wie im Scheeren- oder Zangenspiel der Kinder, wo die auf netzartig verbundene Scheerenarme gestellten Bäumchen oder Thiere beim Bewegen der Scheerenarme ihren Ort sehr zu verändern scheinen, ohne aus ihrer wahren und festen Stellung weg zu kommen».²

Andererseits griff er JONES REYMER gegenüber auf der Versammlung zu New-Castle, der er persönlich anwohnte, zu einer neuen Hypothese, behauptend, dass der Darm der Magenthier zuweilen auf Kosten des Magens bis zur gänzlichen Ausfüllung der Leibeshöhle sich erweitern könne, in welchem Fall die den Magensäcken sehr ähnlichen verschlungenen Nahrungstheile scheinbar im ganzen Körper circuliren.³

Um dieselbe Zeit wurde von MEYEN auf Grundlage von an *Paramecien* und *Vorticellen* angestellten Beobachtungen der Schlingact und das Vorwärtsträngen der in die Körpersubstanz gelangten Nahrungstheile sehr genau beschrieben.⁴ MEYEN schliesst sich vollkommen der DUJARDIN'schen Anschauung an und leugnet die Existenz des polygastrischen Darmapparates. Nach ihm wären die Infusorien mit einer schleimigen Substanz angefüllte, und in gewissen Beziehungen mit den Pflanzenzellen übereinstimmende Bläschen.

Zur richtigen Begründung des morphologischen Werthes der Infusionsthiere wurde der wichtigste Schritt ohne Zweifel von v. SIEBOLD gethan, indem er

eine bereits von MEYEN und OWEN¹ flüchtig berührte Idee bestimmter ausführte, welche hiedurch berufen ward die Organisation der Protisten mit dem Grundprincip der modernen Biologie, mit der dem schöpferischen Genie eines SCHLEIDEN und SCHWANN soeben entsprungenen Zellentheorie in Einklang zu bringen. In seinem ausgezeichneten und auch heute noch unentbehrlichen Lehrbuch der vergleichenden Anatomie behandelt v. SIEBOLD bei den wirbellosen Thieren² die Organisations-Verhältnisse der Infusorien zwar mit einer einem Handbuch angemessenen Kürze, nichts desto weniger findet man aber darin seine Ansicht über die Organisation der Infusorien klar und in scharfen Zügen dargelegt. Die Function der pulsirenden Vacuolen ausgenommen — welche er, wie, nach Obigem, bereits im vorigen Jahrhundert GLEICHEN, für ein primitives Organ der Circulation betrachtete, welche Ansicht später von CLAPARÈDE und LACHMANN, den erbittertesten Gegnern der v. SIEBOLD'schen Lehre getheilt wurde, — stimmt v. SIEBOLD mit der DUJARDIN'schen Ansicht überein. Im Widerspruch zu DUJARDIN der auf das Vorkommen der von EHRENBURG für Hoden gehaltenen Gebilde kein grosses Gewicht legte, wies v. SIEBOLD darauf hin, dass im Inneren der meisten Infusorien und Rhizopoden ein scharf umgrenzter, consistenterer Körper, ein Kern (nucleus), und in oder neben diesem häufig ein kleineres Kernkörperchen (nucleolus) enthalten sei. Im Bestreben den morphologischen Werth der Infusorien und Rhizopoden vom Standpunkt der Zellentheorie zu bestimmen, gelangt v. SIEBOLD zum Schluss, dass diese Thiere einer einzigen Zelle entsprechen. Diese unter dem Namen *Protozoa* zusammengefassten einzelligen Thiere betrachtete v. SIEBOLD als Repräsentanten einer auf der untersten Stufe des Thierreichs stehenden besonderen Hauptgruppe der wirbellosen Thiere (Arthropoda, Mollusca, Vermes, Zoophyta-Coelenterata et Echinodermata LEUCKART). Nach v. SIEBOLD gehören daher dieser untersten Hauptgruppe jene Thiere an, bei welchen die einzelnen Organsysteme nicht scharf differenzirt sind, und deren einfacher Organismus auf eine einzige Zelle zurückge-

¹ AAP. (1839) S. 80.

² STEIN, I. S. 29.

³ STEIN, I. c.

⁴ AAP. (1839) S. 75.

¹ The Edinburgh new philosophical Journal, No. 69, (1843.) S. 185 Conf. v. SIEBOLD, Bericht. AAP. (1845) 116.

² Lehrbuch d. vergleichenden Anatomie, Berlin 1845—48, I. Bd. S. 8 bis 25.

führt werden kann.¹ Seitdem SCHWANN die Uebereinstimmung der Pflanzen und Thiere in Structur und Entwicklung nachgewiesen hat, kann es — wie v. SIEBOLD treffend bemerkt — keinen Anstoss mehr erregen, dass die niedersten Thiere und Pflanzen mit einer einfachen Zelle übereinstimmen.²

Zur Zeit von v. SIEBOLD'S Auftreten wurden unsere Kenntnisse über die Fortpflanzung der niedersten Pflanzen mit Entdeckungen von höchster Wichtigkeit bereichert, und durch diese wurde v. SIEBOLD in der Umschreibung der Gruppe der Protozoen geleitet. NEEDHAM und BUFFON, GIROD CHANTRANS und INGENHOUSSE wussten und beschrieben schon zu Ende des vorigen Jahrhunderts, dass in gewissen Algenfäden zuweilen kleine Kugeln sich bilden, welche aus dem Faden frei geworden von grünen Infusorien in nichts sich unterscheiden und gleich diesen scheinbar ganz willkürlich flink umherschweben; INGENHOUSSE konnte sogar beobachten, wie diese thierähnliche Generation der *Conferva rivularis* aufs Neue zu Algenfäden auswuchs. Aehnliche Beobachtungen wurden von BORY de ST. VINCENT im Jahre 1800, und von MERTENS im Jahre 1805 mitgetheilt; TRENTPOHL konnte im Jahre 1807 beobachten, wie aus den keulenförmig aufgetriebenen Fadenenden der *Vaucheria clavata* verhältnissmässig grosse, grünen Infusorien ähnliche, bewegliche Körperchen hervorschlüpften, welche, eine Zeit lang umherschwebend, endlich am Rande des Gefässes sich ansammelten und hier zur Ruhe gekommen allmählig zu *Vaucherien* auswuchsen. Die TRENTPOHL'sche Beobachtung wurde im Jahre 1814 von NEES v. EISENBECK bestätigt. Bald darauf wurden von GRUITHUISEN, GAILLON, HOFFMANN, BANG, AGARDH, MEYEN, ROTH, CHAUVIN, TREVIRANUS und KÜTZING ähnliche Beobachtungen an zu den Arten *Draparnaldia plumosa*, *D. conglomerata*, *Ulothrix zonata*, *U. compacta*, *Conferva rivularis*, *C. annulina*, *Ectocarpus tomentosus*, *E. siliculosus*, *Enteromorpha clathrata*, *Bryopsis arbuscula* und *Saprolegnia ferox* gehörigen Algen angestellt.³

¹ S. 3.

² S. 7.

³ Conf. EHRENBURG, S. 65, 108. — TREVIRANUS, Physiologie der Gewächse. I. Bd. Bonn (1835), S. 20 — Dictionnaire universel d'histoire naturelle. X. Paris 1849, CAMILLE MONTAGUE, Artikel Physiologie. — UNGER, Die Pflanze im Momente der Thierwerdung. Wien (1843), II. und XIV. Brief. STEIN III. S. 12.

Trotz dieser Beobachtungen verstrich wunderbarer Weise eine geraume Zeit, ehe es mit Bestimmtheit erkannt wurde, dass gewisse Algen (die sogenannten *Zoosporeen*) durch frei bewegliche Sporen, oder nach der modernen Terminologie, durch *Schwärmsporen* (*Zoocarpa* BORY, *Sporidia* AGARDH, *Gonidia* KÜTZING, *Sporozoida* SOLIER, *Zoospora* DECAISNE) sich fortpflanzen; die diesbezüglichen Beobachtungen wurden entweder für ganz und gar irthümlich gehalten — und INGENHOUSSE beklagt sich mit Recht, dass manche Naturforscher von der Unmöglichkeit der Sache so sehr überzeugt seien, dass sie sich nicht einmal die Mühe nehmen, sie zu überprüfen¹ — oder leichtfertiger Weise dahin ausgelegt, dass die Algen unter gewissen Bedingungen zu Infusorien und diese wieder zu Algen sich umwandeln können, — eine Auffassung, welche von EHRENBURG mit Recht aufs Energischste bekämpft wurde.²

Auch UNGER, der sich bereits im Jahre 1827 mit den Fortpflanzungs-Verhältnissen von *Vaucheria clavata* befasste, konnte nicht viel mehr als seine Vorgänger erreichen; erst im Jahre 1842, als er seine Untersuchungen über die *Vaucheria* fortsetzte, gelang es ihm mittelst starker Linsensysteme seines ausgezeichneten Plössel'schen Mikroskopes Cilien auf der Oberfläche der durch Jod abgetödteten Schwärmsporen zu entdecken; er fand, dass die Schwärmsporen mit den Ciliaten, sowie mit den Embryonen der *Hydroiden* und *Medusen*, welche von MEYEN, LOVÉN, EHRENBURG, v. SIEBOLD und SARS kurz vorher waren entdeckt worden, vollkommen übereinstimmen, und folgerte hieraus dass die Schwärmsporen von *Vaucheria* und den übrigen Algen echten thierischen Embryonen entsprechen, welche sich aber über diese primitive Stufe des Thierlebens nicht erheben können, sondern nach kurzem animalischem Leben auf die Dauer in das niedere vegetabilische Leben zurücksinken, aus welchem sie hervorgegangen waren. «Pflanzen und Thiere stehen sich also nach dieser Vorstellung näher als man gewöhnlich annimmt, und ich sehe wenigstens nichts Widersprechendes darin, die Thierwelt als die Zweitegeburt der schöpferischen Allmacht zu betrachten, der die Pflanzenwelt vorausgehen musste. — Die Pflanzenwelt ist, wie schon OKEN so treffend aussprach, die Gebärmutter der Thierwelt».³

¹ Conf. TREVIRANUS, op. c. 23.

² S. 37.

³ S. 96, 97.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass jene in lebensvollem glänzendem Stil gehaltenen, mit hinreissender Begeisterung geschriebenen achtzehn Briefe, worin UNGER die Ergebnisse seiner glänzenden Untersuchungen über die «Thierwerdung der Pflanzen» mittheilte, trotz der darin enthaltenen etwas zu sanguinischen Speculationen, das erste Fundamentalwerk für die Kenntnisse über die Fortpflanzung der Algen durch Schwärmsporen abgeben.

Der auf dem Gebiete der Phykologie unsterblich verdiente THURET konnte die Richtigkeit der UNGER'schen Entdeckungen noch im selben Jahre bestätigen, und gleichzeitig mittheilen, dass die Schwärmsporen der *Oedogonium*-Arten einen Kranz von Cilien, die von *Conferva rivularis* und *glomerata* aber zwei feine Geisselfäden und einen rothen Augenfleck führen, so dass die in den regelrechten Entwicklungsgang der Algen gehörigen, frei beweglichen Sporen mit vielen der EHRENBURG'schen Infusorien in jeder Hinsicht übereinstimmen.¹

Gestützt auf diese stets zahlreicher werdenden und in immer weiteren Kreisen für richtig anerkannten Entdeckungen, hat SIEBOLD nicht blos die *Bacillarien* und *Closterinen*, wie schon DUJARDIN, von den Protozoen ausgeschieden und in das Pflanzenreich verwiesen, sondern auch unter den darmlosen Infusorien EHRENBURG's alle jene, welche sich von den Schwärmsporen der Algen nur unwesentlich unterscheiden: mithin sämtliche *Monadinen*, *Cryptomonadinen*, *Volvocineen*, *Vibrionen*, *Dinobryinen*, und nur die *Astasiceen* und *Peridineen* aufgenommen. v. SIEBOLD huldigte dem Grundsatz, dass zwischen Thier- und Pflanzenreich eine scharfe Grenze bestehe, und meinte den hauptsächlichsten Unterschied zwischen Thier und Pflanze in der Contractilität resp. Starrheit des Leibes zu erkennen: so sehr auch die einzelligen Pflanzen gewissen Protozoen ähnlich kommen mögen, so unterscheiden sie sich von diesen doch dadurch, dass ihr Leib starr, der Thierleib aber contractil ist.* Dass die Zweitheilung der niedersten Wesen auf Grundlage ihrer

Contractilität resp. deren Mangel ohne Willkür nicht durchzuführen ist, unterliegt beim gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse keinem Zweifel; sind doch die Schwärmsporen bei einigen Repräsentanten der allgemein und mit Recht für Pflanzen angesprochenen *Chytridiceen* eben so contractil, wie die *Amoeben*;¹ die unausgesetzten Formveränderungen der männlichen Schwärmer von *Volvox* entsprechen vollkommen denen der *Astasiceen*; die Schwärmsporen, hauptsächlich aber die *Amoeben* und *Plasmodien* der *Myxomyceten* können es hinsichtlich der Contractilität mit den Rhizopoden aufnehmen u. s. f. Doch gelang es auch v. SIEBOLD nicht sein Princip consequent durchzuführen; während er nämlich das ganz starre *Chlorogonium enchlorum* und die gleichfalls starre *Peridineen* und *Chaetomonaden* unter die Protozoen aufnahm: verwies er die *Dinobryinen* — trotzdem sie eben so contractil, wie die *Astasiceen* und eigentlich nur Gehäuse bewohnende und einzeln oder in Colonien schwärmende *Astasiceen* oder *Euglenen* sind — mit zahlreichen, gleichfalls contractilen farblosen *Monadinen* in das Pflanzenreich; desgleichen hatte er auch die *Spongien* für Pflanzen erklärt, da ihre von GRANT entdeckten Embryonen in gewissen Beziehungen mit den bestimmten Schwärmsporen der *Vaucherien* übereinzustimmen scheinen. Der von fremden Elementen ziemlich gereinigte Typus der Protozoen wird von v. SIEBOLD folgender Weise classificirt:²

Protozoa.

A) Classis Infusoria.

Die Bewegungswerkzeuge bestehen hauptsächlich aus Flimmerorganen.

I. ORDO ASTOMA.

Infusorien ohne Mundöffnung.

Familiae: *Astasiaca*, *Peridinaea*, *Opalinaea*.

II. ORDO. STOMATODA.

Infusorien mit deutlicher Mundöffnung und Speiseröhre.

Familiae: *Vorticellina*, *Ophrydina*, *Enchelia*, *Trachelina*, *Kolpodea*, *Oxytrichina*, *Euplota*.

¹ Recherches sur les organes locomoteurs des Algues. Ann. des sc. nat. Botanique. 1843. II. Sér. XIX. S. 266.

* Ausser in dem citirten Werke hat dies v. SIEBOLD noch in zwei Abhandlungen ausgeführt: Dissertatio de finibus inter regnum animale et vegetabile constituendis. Erlangæ. 1844. und: Ueber einzellige Pflanzen und Thiere. ZWZ. I. (1849) S. 270.

¹ A. SCHENK, Ueber das Vorkommen contractiler Zellen im Pflanzenreich. Würzburg, 1858.

² S. 10.

B) Classis Rhizopoda.

Die Bewegungswerkzeuge bestehen aus verästelten, stets veränderlichen und gänzlich zurückziehbaren Fortsätzen.

I. ORDO. MONOSOMATIA.

Familie: *Amoeba*, *Arcellina*.

II. ORDO. POLYSOMATIA (POLYTHALAMIA).

Genera: *Vorticilis*, *Geoponus*, *Nonionia*.

Ein Blick genügt um zu sehen, dass die Spitze der v. SIEBOLD'schen Lehre von der Einzelligkeit gegen das «Princip überall gleich vollendeter Entwicklung» gekehrt ist, und EHRENBURG, der das sehr gut fühlte, war, wie uns die weitere Entwicklung der Wissenschaft lehrt, im Irrthum, wenn er glaubte, die ketzerische neue Lehre ohne Gegenargumente, sondern einfach auf die eigene Autorität gestützt, mit sarkastischer Zurechtweisung zum Fall bringen zu können, indem er v. SIEBOLD gegenüber meint, dass: «der fleissige Autor doch vorsichtiger die Wissenschaft vor neuen Meinungen über die Organisation der mikroskopischen Organismen hätte schirmen sollen, die leicht hinein, aber schwer herausgebracht werden; denn bekanntlich erörtern die meisten Schriftsteller nicht das Wahre, sondern das Falsche in langen Worten und unnöthigen Schriften.»¹

Gleichzeitig mit v. SIEBOLD, aber unabhängig von diesem, hat auch KÖLLIKER die ganz neue und wichtige Ansicht verkündet, dass es Thiere gäbe, welche ihr ganzes Leben hindurch auf dem Werth der morphologischen Einheit stehen bleiben, von welchem die übrigen Thiere ausgegangen waren, d. h. sie bleiben bis zu Ende einzellig. KÖLLIKER stützte seine Lehre auf Studien über die *Gregarinen*, und führte aus, dass diese noch wenig bekannten parasitischen Organismen von den Eingeweidewürmern unbedingt zu trennen sind, da sie sich von diesen durch das Einfache ihrer Organisation wesentlich unterscheiden, indem ihr ganzer Leib aus einer einzigen Zelle besteht; sie wären daher als eine neue, von einzelligen Wesen gebildete Familie unter die Infusorien zu reihen. Für KÖLLIKER erleidet es ferner nicht den geringsten Zweifel, dass es ausser den *Gregarinen* auch noch andere einzellige Infusorien gebe, so die Genera *Bodo*, *Monas*, *Spirillum*, *Vibrio* u. m. A.²

Zur Bekämpfung der von FRANTZIUS und HENLE gegen die Einzelligkeit der *Gregarinen* erhobenen Einwände zog KÖLLIKER in der von ihm und v. SIEBOLD, dem anderen Begründer der Lehre von der Einzelligkeit, im Jahre 1848 gegründeten und seitdem in der Wissenschaft zu so hoher Autorität gelangten «Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie», gleich in der ersten Abhandlung,¹ worin er seine sämtlichen Untersuchungen über die *Gregarinen* mittheilt, mit gewichtigen Beweisgründen zu Felde, seinen Standpunkt glücklich vertheidigend und behauptend. Im nächsten Jahre macht KÖLLIKER in einem mit Recht berühmt gewordenen Aufsatz über *Actinophrys Sol* (richtiger *Actinosphaerium Eichhornii*) die Angabe, dass nicht nur für diese und die übrigen Rhizopoden, sondern wie vor ihm schon v. SIEBOLD ausgesprochen hatte — auch für sämtliche Infusorien das wichtigste Charakteristikum in der Einzelligkeit bestehe. «Ich gehe davon aus, dass die Infusorien (von denen ich die Rädertiere und die zu den Pflanzen gehörenden Bacillarien, Volvocinen, Closterinen ausschliesse) alle ohne Ausnahme aus einer einzigen Zelle bestehen. Ich glaube nämlich, dass was ich für die *Gregarinen* nachgewiesen habe, für alle eigentlichen Infusorien gilt, wie es auch von v. SIEBOLD in seiner vergleichenden Anatomie aufs schönste nachgewiesen worden ist. Für mich sind alle Infusorien gleich einer Zelle, die bei den einen ganz geschlossen ist (*Gregarina*, *Opalina*, *Euglena* u. a.) bei den andern einen Mund oder selbst zwei Oeffnungen hat. Dass dem so ist, kann für den, der eine *Opalina*, *Bursaria*, *Nassula* u. s. w. nur etwas genauer untersucht, auch nicht dem geringsten Zweifel unterliegen, er wird eine meist contractile und mit Wimpern besetzte structurlose Zellmembran, einen oft theilweise contractilen Zelleninhalt mit Körnern und Vacuolen und fast immer einen homogenen, oft sonderbar gestalteten Kern finden.»²

Die Ansichten von der hohen und der einfachen Organisation, welche, wie wir sehen, immer wieder aufs neue auftauchten, standen sich nie so schroff gegenüber, als zu Anfang der letzten drei Decennien, und den Forschern dieser Periode fiel die wichtige Aufgabe zu, die strittige Frage endgiltig zu

ten dargestellt. SCHLEIDEN und NÄGELI's Zeitschr. f. wiss. Botanik. II. Heft. Zürich. (1845) S. 97 bis 99.

¹ Beiträge zur Kenntniss niederer Thiere.

² ZWZ. I. (1849) S. 210 bis 211.

¹ Monatsber. d. Berliner Akad. (1848) S. 235.

² Die Lehre von der thierischen Zelle und den einfachen thierischen Formelementen nach neuesten Fortschrit-

entscheiden, wozu nicht nur die an den Protisten angestellten directen Beobachtungen, sondern auch die Errungenschaften der im ersten Jahrzehnt ihres Bestandes nur wenig fortgeschrittenen, dann aber rapid aufblühenden Zellenlehre die Möglichkeit boten.

Bevor ich aber auf die Darlegung der an überraschenden Entdeckungen überaus reichen Thätigkeit der letzten dreissig Jahre übergehe, finde ich es für geboten des gross angelegten PERTY'schen Werkes¹ über die gesammte mikroskopische Welt seines Vaterlandes (Schweiz) zu gedenken, welches, wie STEIN nicht ungerecht bemerkt,² in vielen Hinsichten hinter seinem Zeitalter zurückblieb; nur meine ich diesem Urtheil im Interesse der Wahrheit sofort anfügen zu sollen, dass das PERTY'sche Werk anderseits in vielen Stücken seiner Zeit vorangeeilt war. Wie auch durch seine übrige vielseitige literarische Thätigkeit bewiesen wird, ist PERTY ein Forscher von hoher Selbstständigkeit, der die sich selbst gesteckten Pfade wandelnd anhält, wo er es für nöthig erachtet, und tief in das Wesen der Dinge eindringt, während die von Anderen für wichtig gehaltenen Einzelheiten ihn nicht interessiren, und flüchtig übergangen werden. Dies ist der Grund, weshalb PERTY's Untersuchungen sehr ungleichen Werth besitzen, und es schwer fällt, aus dem eigenthümlichen Gemenge von Gründlichkeit und Oberflächlichkeit die werthvollen Daten herauszufinden. PERTY stützt sich auf die Kenntniss sehr zahlreicher Formen, unter welchen er viele bis dahin Unbekannte beschreibt. Von seinen Untersuchungen enthalten besonders die auf die feinere Organisation seiner *Phytozoiden*, auf die genaue Unterscheidung der Formen, und die auf die Fortpflanzung bezüglichen sehr werthvollen Details; dasselbe kann von den *Rhizopoden* gesagt werden; dagegen sind die von ihm über die *Ciliaten* gelieferten Angaben — da er, wie DUJARDIN, auf Kerngebilde, pulsirende Vacuolen und auf die feineren Verhältnisse der Bewimperung kein besonderes Gewicht legte — entschieden oberflächlich, und sind viele der von ihm beschriebenen *Ciliaten* ganz und gar unkenntlich. Es scheint zwar, als ob sich PERTY im Grossen und Ganzen auf DUJARDIN stützte; doch hat er die Sarcodé-Theorie des Letzteren nicht mit Consequenz acceptirt, obschon er, wie oben bereits er-

wähnt wurde, ab und zu, namentlich bei den *Phytozoiden*, den Leib aus Protoplasma bestehend angibt. Innerhalb des Typus seiner *Urthiere* (*Archezoa*) nimmt er einen Unterschied nicht nur bezüglich der höheren oder niedrigeren Organisation, sondern auch hinsichtlich des Typus dieser Organisation an, und vergleicht daher die Vollkommeneren unter ihnen nicht mit einer einzelnen Zelle, sondern mit einer Combination mehrerer unvollkommen entwickelter Zellen.¹ Aus der EHRENBURG'schen Lehre übernimmt er die Eier, die er als *Blastien* bezeichnet, unter welchem Namen er, wie unter Eiern, die verschiedensten Einschlüsse des Protoplasma versteht, mit deren weitere Entwicklung er aber, ebenso wie EHRENBURG, schuldig blieb. Ein gutes System lässt sich nur auf Grundlage richtiger und einheitlicher morphologischer Kenntnisse construiren; in Ermangelung dieser wird man im PERTY'schen System viel Originelles, aber wenig Befolgenswerthes finden. Ich lasse das System hier folgen:

Subregnum: Archezoa, Urthiere.

I. Classis Infusoria.

1. Ciliata. Wimperthierchen.

SECTIO I. MIT SCHWINGENDEN WIMPERN.

A) *Spastica*, Zusammenschnellend.

Können den Körper und auch oft Stiel (wenn sie diesen haben) wie krampfhaft zusammenziehen, so dass er aus der mehr gestreckten Gestalt in eine ovale und kugelige (der Stiel in eine spiralgerollte) übergeht. (Die einzigen Wimperthierchen, bei welchen Gesellschaften vorkommen. Einigermassen den Bryozoen und manchen Rotatorien verwandt.)

Familiae: *Vaginifera*, *Vorticellina*, *Ophrydina*, *Urceolarina*.

B) *Monima*. Behalten, obschon sehr contractil, im Ganzen ihre Form bei, lassen daher weder Zusammenschnellen, noch Gestaltenwechsel wahrnehmen.

Familiae: *Bursarina*, *Holophryina*, *Paramecina*, *Aphthonia*, *Decteria*, *Cinetochilina*, *Apionidina*, *Tapinia*, *Tracheliina*, *Oxytrichina*, *Cobalina*, *Euplotina*, *Colepina*.

C) *Metabolica*. Formwechselnde.

Sehr contractil; ändern proteusartig durch Zusammenziehung und Ausdehnung ihre Gestalts (Leibeswimpern kaum angedeutet; nur am halsförmigen Fortsatz deutlich.

Familia: *Ophryocercina*.

¹ Zur Kenntniss kleinster Lebensformen etc. Berlin 1852.

² I, S. 34.

¹ S. 51.

SECTIO II. MIT NICHT SCHWINGENDEN WENIG

CONTRACTILEN WIMPERN (ODER FÄDEN).

Familia: *Actinophryina* (*Heliozoa* und *Acinetina* vereinigt).2. Phytozoidea. *Pflanzenthierchen*.

SECTIO I. FILIGERA. MIT EINEM ODER MEHREREN

GEISSELFÄDEN.

A) Bewegungsfaden tritt aus der Körpermitte hervor.

Familia: *Peridinida*.

B) Der oder die Bewegungsfäden treten aus dem Vorderende, oder nahe am selben hervor (keine schwingenden Wimpern).

Familiae: *Cryptomonadina*, *Thecamonadina*, *Astasiaca*, *Monadina*, *Volvocina*, *Dinobryina*.

SECTIO II. SPOROZOIDIA.

(PERTY zählt hierher ausser dem Genus *Chlamydomonas* und *Hysgium* (= *Chlamydococcus* A. Br., *Haematozoccus* v. Fl.) auch noch die von den obigen Gruppen ohne Zwang untrennbaren Schwärmsporen der Algen.)

SECTIO III. LAMPOZOIDIA.

Farblos, selten blau, gelb rötlich (nicht grün) gefärbt, ohne spezifische Organe, kaum mit einer Spur von Differenzirung ihrer Substanz. Bewegung scheinbar willkürlich, in Wahrheit automatisch. Vermehren sich durch Quertheilung und stellen so Ketten und Fäden dar.

Familia: *Vibrionida*.

Classis II. Rhizopoda.

Familiae: *Arcellina*, *Spongillina*, *Amoebina*.

DRITTE PERIODE.

Forschungsergebnisse der letzten drei Decennien und gegenwärtiger Stand der Kenntnisse der Protisten.

I. ERWEITERUNG DER KENNTNISSE VON DEN FORMEN, UND DIE VERWANDTSCHAFTSVERHÄLTNISSE DER PROTISTEN.

Zur leichteren Uebersicht halte ich es für zweckmässig die sehr reichen Ergebnisse, zu welchen die Forschung der letzten drei Jahrzehnte gelangte, in einzelne Capitel zusammengefasst darzulegen.

Von den zahlreichen, zu verschiedenen Gruppen gehörigen neuentdeckten Gattungen und Arten absehend, will ich mich hauptsächlich nur auf jene Entdeckungen beschränken, durch welche der Kreis der Protisten mit neuen charakteristischen Gruppen bereichert wurde, oder welche zu einer genaueren Kenntniss einzelner, von den Forschern früherer Zeiten weniger studirten Gruppen und Formen führten.

Gregarinen.

Wie bereits erwähnt, war es KÖLLIKER, der die bis dahin für Eingeweidewürmer gehaltenen *Gregarinen*, wegen ihrer einer einzigen Zelle entsprechenden einfachen Organisation, zuerst unter die Infusorien einreihete. Auch STEIN¹ hat diese Organismen unter die Protozoën aufgenommen, und zwar früher als Repräsentanten einer besonderen Classe (*Symphyten*); später aber, gestützt auf das Studium der *Monocystis*-Arten, glaubt er sie als eigene Ordnung den Rhizopoden anreihen zu müssen,² welche Zuthellung durch die wichtigen entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen von LIEBERKÜHN, und neuerdings von E. VAN BENEDEN³ und Anderen eine wichtige Stütze erhielt. HAECKEL zählt die *Gegari-*

nen sammt den *Amoeben* in die Gruppe der *Proto-plasten*,¹ und überhaupt stimmen die meisten Forscher darin überein, dass die *Gregarinen* zu den Protozoën gezählt werden müssen. Obschon aber die Verwandtschaft der *Gregarinen* mit den Rhizopoden keinem Zweifel unterliegt, ist ihre Stellung unter den Protozoën doch nicht allgemein für berechtigt anerkannt. So werden sie von CLAUS noch in der zweiten Auflage seines Handbuches mit den *Schizomyceten*, *Myxomyceten*, *Menaden* und *Flagellaten* als zweifelhafte Organismen neben den Protozoën nur anhangsweise erwähnt.² Das gerade Gegentheil von CLAUS — der an den *Gregarinen* nicht genug des Animalischen findet, um sie zu den Protozoën zu zählen — liefert SCHMARDA in seinem Handbuch, wo die *Gregarinen* gerade so, wie mehr als ein viertel Jahrhundert vor dem Erscheinen dieses Werkes, noch immer in der friedlichen Gesellschaft der *Nematoden* anzutreffen sind.³

Radiolarien.

Die hervorragendsten, complicirt organisirten und an Arten sehr reichen Repräsentanten der Rhizopoden, welche JOHANNES MÜLLER folgend heute allgemein *Radiolarien* (*Radiolaria*) genannt werden, waren EHRENBURG, wie bereits erwähnt, nur nach ihren feinen und zierlichen Kieselpanzern bekannt, und von ihm als *Gitterthierchen* oder *Zellen-*

¹ Ueber die Natur der Gregarinen. AAP. (1848) S. 221.

² II. S. 6 u. 7.

³ Recherches sur l'évolution des Grégarines. Bull. de l'Acad. roy. des sciences. 39. année. 2. sér. XXI. Bruxelles. 1871.

¹ Studien über Moneren. S. 61.

² Grundzüge der Zoologie. II. Aufl. Marburg u. Leipzig (1872), S. 102.

³ Zoologie. I. Bd. Wien. (1871) S. 314.

thierchen (Polyeistina) für eine eigene Classe des Thierreiches angesprochen worden. Die noch aus dem Jahre 1834 stammenden Untersuchungen von MEYEN, denen gemäss diese Wesen zu den Algen unter die *Palmellaceen* gehören, liefern über die Organisation der Radiolarien keinerlei Aufklärungen; umso wichtiger sind die von HUXLEY im Jahre 1851 und von JOHANNES MÜLLER im Jahre 1858 mitgetheilten Forschungen, da sie ergaben, dass diese interessanten Wesen den Protozoën angehören, und zwar bilden sie nach HUXLEY den Uebergang von den *Foraminiferen* zu den *Spongien*, nach JOHANNES MÜLLER sind sie als echte Rhizopoden (*Rhizopoda radiolaria*, oder kurzweg *Radiolaria*) diesen anzureihen. Diese Ansicht wurde von CLAPARÈDE und LACHMANN, desgleichen von HAECKEL, in seiner prachtvoll ausgestatteten grossartigen Monographie,¹ sowie unter Anderen auch von RICHARD HERTWIG² über jeden Zweifel erhoben, und dadurch die Rhizopoden mit einer neuen, hochinteressanten Gruppe bereichert wurden.

Heliozoën.

Gewisse Rhizopoden erinnern in mancher Hinsicht an die ausschliesslich pelagischen *Radiolarien*, namentlich an die *Acanthometriden*, obschon sie einen viel einfacheren Bau besitzen; von diesen waren einige Repräsentanten der Genera *Actinophrys*, *Actinosphaerium* und *Acanthocystis*, die sogenannten *Sonnenthierchen* schon EHRENBURG und sogar EICHORN und anderen älteren Forschern bekannt. Von diesen niedlichen kleinen Organismen wurden durch die Untersuchungen von FOCKE, GREEFF, CIENKOWSKY, FR. E. SCHULZE, CARTER, WALLICH, HERTWIG und LESSER seit 1868 sehr viel Repräsentanten bekannt, und unter dem Namen der *Süsswasser-Radiolarien* (FOCKE und GREEFF),* oder richtiger der *Heliozoën* (HAECKEL) als eine besondere Gruppe der Rhizopoden anerkannt.

Während die neueren Forschungen einerseits zur Entdeckung von äusserst complicirt organisirten Rhizopoden (*Radiolarien* und zum Theil gewisse *Heliozoën*) führten: so gelangte man durch sie anderseits zur Kenntniss echter Ideale von Einfachheit, der «Organismen ohne Organe», nämlich der

von HAECKEL als *Moneren* benannten einfachsten Wesen, deren zwei Gruppen, die *Lobomoneren* und *Rhizomoneren*, meiner Ansicht nach, von den *Amoebinen* und *Heliozoën* kaum zu trennen sind, da sie sich von den einfachsten Formen der letzteren nur durch das Fehlen des Kernes, also nur durch ein negatives Merkmal unterscheiden. Diese im See- und Süsswasser gleichmässig vorkommenden einfachsten Wesen stehen bald an der äussersten Grenze des Sehens mit bewaffnetem Auge, bald wieder erreichen sie die verhältnissmässig bedeutende Grösse bis zu 1 mm. (*Protogenes primordialis*, *Protomyxa aurtiaca*), und bestehen aus lebender Ursubstanz (Sarcode, Protoplasma), in welcher keinerlei differenzirte Theile zu erkennen sind. Sie lassen Pseudopodien hervortreten, welche entweder lappenförmig, cylindrisch oder fingerförmig sind, wie bei den Amoeben, bald wieder feine unverästelte Strahlen, oder verästelt Netzwerke bilden wie die Heliozoën; den Rhizopoden gleich nähren sie sich nach thierischer Art. Die Fortpflanzung geschieht entweder durch Theilung oder dadurch, dass sie sich einkapseln und in kleine Kügelchen zerfallen, welche nach dem Platzen der Kapsel eine Zeit lang in *Monaden-Form* schwärmen, jedoch sehr bald zur *Rhizopoden-Form* zurückkehren; auch bezüglich der Fortpflanzung stimmen also diese Wesen, wie wir weiter sehen werden, mit den Rhizopoden überein. Die erste *Monere* (*Protogenes primordialis*) wurde von HAECKEL im Jahre 1864 bei Nizza im Mittelländischen Meer entdeckt,¹ welcher mehrere, von ihm und CIENKOWSKY beschriebene neue Formen (*Protamoeba*, *Protogenes*, *Protomonas*, *Vampyrella*) sich anschlossen.² Neuestens zählt HAECKEL³ unter dem Namen der *Tachymoneren* auch die *Schizomyceten* unter die die erste Classe des *Protistenreiches* bildenden *Moneren*, worin er, wenn man erwägt, dass die *Schizomyceten* mit den *Moneren* nur im Mangel eines Kernes übereinstimmen, sonst aber in morphologischer Hinsicht von diesen wesentlich verschieden sind, gewiss keine Nachfolger finden wird.

In jüngster Zeit hat SCHMITZ durch Färbung mit Hämatoxylin in zahlreichen Pflanzenzellen Kerne nachgewiesen, welche bisher für kernlos gehalten wurden, und betont in Folge dessen, dass durch wei-

¹ Die Radiolarien. Berlin. 1862.

² Zur Histologie der Radiolarien. Leipzig. 1876.

* Doch giebt es auch im Seewasser lebende.

¹ ZWZ. XV. S. 360.

² HAECKEL, Studien über Moneren.

³ Das Protistenreich. S. 87.

tere Untersuchungen der Zellkern wahrscheinlich auch in den *Moneren* wird nachzuweisen sein.¹ Und in der That, wenn man bedenkt, dass neuere Untersuchungen in bisher für kernlos gehaltenen Rhizopoden die Anwesenheit des Zellkerns dargelegt haben, — so haben namentlich die *Foraminiferen*, nach den Untersuchungen von RICHARD HERTWIG und E. F. SCHULZE sogar mehrere Kerne in ihrem Protoplasma-Körper; wenn man ferner bedenkt, dass der Kern auch in neuester Zeit entdeckten einfachsten Rhizopoden nachgewiesen werden konnte: so scheint allerdings viel Wahrscheinlichkeit in der Muthmassung von SCHMITZ zu liegen. Obschon ich bestrebt war mit den kernlosen Rhizopoden bekannt zu werden, und manche *Moneren* nach HAECKEL sehr gewöhnlich sein sollen: so gelang es mir doch nicht andere *Moneren* als die *Vampyrellen* zu Gesicht zu bekommen. Ob aber die *Vampyrellen* constant des Kernes entbehren, erscheint jetzt noch zweifelhaft; RICHARD HERTWIG und LESSER behaupten nämlich, in einem Individuum von *Leptophrys elegans* (mit *Vampyrellarorax* ohne Zweifei identisch), welches keine verschluckten Fremdkörper enthielt, drei blasse Kerne unterschieden zu haben.²

Vom *Bathybius*.

Ich kann an dieser Stelle jenes mysteriöse Ding, den so rasch zur Berühmtheit gelangten *Bathybius*, nicht unerwähnt lassen, durch dessen Entdeckung die wissenschaftlichen Kreise eine Zeit lang in fieberhafter Erregung gehalten wurden, welche aber sehr rasch in Erschöpfung überging. — Anlässlich der Untersuchung des Meeresgrundes, welche der Legung des transatlantischen Kabels voranging, stiess man schon im Jahre 1857 auf ein, zwischen Irland und Neu-Fundland in der durchschnittlichen Tiefe von 12,000 Fuss sich hinziehendes unterseeisches Plateau, dessen ganze Oberfläche mit äusserst zähem Schlamm bedeckt ist und winzige Rhizopoden mit Kalkschalen, hauptsächlich *Globigerinen*, dann eigenthümlich geschichtete Kalkscheibchen, *Coccolithen*, ähnlich jenen, welche von SORBY aus der Kreide beschrieben wurden, enthält. Dieser eigenthümlich zähschleimige Schlamm wurde von SIR WYVILLE THOMSON und WILLIAM CARPENTER im

Jahre 1868 an Ort und Stelle selbst untersucht und darüber Folgendes geschrieben: «Dieser Schlamm war in der That lebendig; er ballte sich zu Klümpchen zusammen, als ob er mit Eiweiss versetzt wäre; unter dem Mikroskop erwies sich die klebrige Masse als lebende Sarcod.»¹ Nach den genauen mikroskopischen Untersuchungen, welche HUXLEY im Jahre 1868 an dem Schlamm, welcher dem Meeresgrund entnommen in starkem Weingeist conservirt wurde, ausführte, besteht dieser aus zum Theil sehr kleinen, zum Theil mit dem freien Auge wahrnehmbaren Klümpchen von verschiedener Form, und ist, den mikrochemischen Reactionen nach zu urtheilen, als Protoplasma anzusprechen, in welches die bereits erwähnten Kalkkörperchen eingebettet sind. HUXLEY hat diesem lebenden Protoplasma des Meeresgrundes den Namen *Bathybius Haeckelii* beigelegt. HAECKEL wurde durch ausführliche, an gleichfalls in Weingeist conservirtem Schlamm angestellte Untersuchungen zu Resultaten geführt, welche mit den HUXLEY'schen im Grossen und Ganzen übereinstimmten; auch er fand den *Bathybius* in gelappten, den Plasmodien der *Myxomyceten* ähnlichen, netzartigen Massen, und reihet ihn den *Rhizomoneren* an.² Nach diesen Untersuchungen schien es festzustehen, dass in den tiefsten Tiefen des Oceans äusserst einfache, aus reinem Protoplasma bestehende Wesen seit ungezählten Jahrtausenden ihr mysteriöses Leben fortführen. Ein günstiger Zufall hat wohl jenes Urprotoplasma entdecken lassen, aus welchem alles Lebende entsprungen, jenen *Urschleim*, dessen Vorhandensein im Uterus alles Lebens, im Weltmeere bereits von OKEN und den ihm folgenden Naturphilosophen vermuthet wurde? Oder war das Ganze nur ein eitler Traum, die Ausgeburt einer aufgeregten Gelehrtenphantasie?

Die unter der Leitung SIR WYVILLE THOMSONS gestandene Challenger-Expedition konnte auf ihrer 3½ Jahre dauernden Forschungs-Reise um die Erde trotz des sorgfältigsten Nachforschens kein lebendes Protoplasma am Meeresgrund entdecken. «Professor WYVILLE THOMSON — sagt HUXLEY³ — theilt mir mit, dass die eifrigsten Bemühungen der Forscher

¹ Ueber die Zellkerne der Thallophyten. Separ. Abdr. aus den Sitzber. d. niederrhein. Ges. f. Natur- u. Heilkunde zu Bonn. 4. Aug. 1879. S. 29.

² AMA. X. Suppl. (1874) S. 57.

¹ Annals and magaz. of nat. hist. 1869. vol. IV. S. 151. Conf. HAECKEL, Studien über Moneren; — ferner: Das Protistenreich.

² Das Protistenreich. S. 87.

³ Nature. Aug. 19. 1875. Quarterly Journ. of microscop. science. 1875. XV. 392. Conf. HAECKEL, Das Protistenreich. S. 77.

des Challenger, den lebenden *Bathybius* zu entdecken, erfolglos blieben, und dass man ernstlich vermuthen kann, das von mir mit diesem Namen belegte Ding sei nichts weiter, als durch den starken Weingeist, worin der Schlamm vom Meeresgrund aufbewahrt war, in Flocken gefällttes Kalksulfat. Das merkwürdigste an der Sache ist, dass dieser anorganische Niederschlag von einem Eiweiss-Präcipitate kaum kann unterschieden werden.» Was die Einschlüsse des *Bathybius*, die *Coccolithen* betrifft, so sind es, wie zuerst CARTER hervorhob, offenbar mikroskopische *Kalkalgen*. Hiernach hält HUXLEY den *Bathybius* für ein Kunstproduct, und das Vorhandensein eines am Meeresgrund lebenden Protoplasmas für widerlegt. So wurde der *Bathybius* unter dem Hohn gelächter jener Zweifler zu Grabe getragen, welche gegen die Existenz des am Meeresgrund lebenden Urschleimes a priori Bedenken erhoben; aber nur für kurze Zeit: von EMIL BESSELS, der an der nordamerikanischen Polarexpedition als Naturforscher sich betheiligte, wurde er gar bald vom Tode erweckt. BESSELS schreibt über das lebende Protoplasma am Meeresgrunde Folgendes: «Während der letzten nordamerikanischen Nordpol-Expedition fand ich in 92 Faden Tiefe in dem Smith-Sunde grosse Massen von freiem, undifferenzirtem, homogenen Protoplasma, welches auch keine Spur der wohlbekannten Coccolithen enthielt. Wegen seiner wahrhaft spartanischen Einfachheit nenne ich diesen Organismus *Protobathybius*. Derselbe wird im Reisewerk der Expedition abgebildet und beschrieben werden. Ich will hier nur erwähnen, dass diese Massen aus reinem Protoplasma bestanden, dem nur zufällig Kalktheilchen beigemischt waren, aus welchem der Seeboden gebildet ist. Sie stellten äusserst klebrige, maschenartige Gebilde dar, die prächtige amöboide Bewegungen ausführten, Carminpartikelchen, sowie andere Fremdkörper aufnahmen und lebhaft Körnchenströmungen zeigten.»¹

Nach Alledem kann nicht bezweifelt werden, dass die Existenz des *Bathybius* doch kein Traumbild ist, und dass der Meeresgrund, wenn auch nur an mehr

umschriebenen Stellen, aber immerhin aus einfachem Protoplasma bestehende Lebewesen beherbergt, vorausgesetzt, dass die Beobachtung BESSELS' weder auf Irrthum noch auf vorsätzlicher Mystification beruht, zu welcher Annahme kein Grund und auch keine Berechtigung vorliegt.

Myxomyceten.

Die wichtigen Untersuchungen DE BARY'S¹ brachten mit dem Jahre 1858 ein ganz neues, fremdes Element in die Nachbarschaft der Rhizopoden, welches die gegen das Pflanzenreich scharf umschriebene gedachte Grenze der Letzteren zerstörte. Ueber die Entwicklung der ganz allgemein zu den Gastromyceten gezählten sogenannten *Schleimpilze* (*Myxomycetes* Wallr., *Myxogastres* Fries) war vor dem Auftreten DE BARY'S nur so viel bekannt — und dies wurde von MICHELLI bereits im Jahre 1729 aufgezeichnet, — dass ihre mit denen der Gastromyceten übereinstimmenden Sporangien aus einer sahneartigen, schleimigen Substanz hervorsprossen, von welcher auch die Benennung entlehnt wurde. Die von DE BARY zur Erforschung der Entwicklung in grossem Umfang angestellten, genauen Züchtungsversuche führten zu dem sehr überraschenden, also bald auch von BAIL, WIGAND (zum Theil auch von HOFFMANN) und von CIENKOWSKI bestätigten Ergebniss, dass aus den Sporen dieser Pilze, wenn jene eine gewisse Zeit (12 bis 24 Stunden) lang im Wasser gehalten werden, lebhaft bewegliche Schwärmer ausschlüpfen, welche sich von gewissen Monaden in nichts unterscheiden; im farblosen, etwas länglichen Protoplasma-Körper der Schwärmer lassen sich neben einem Kern 1 bis 2 pulsirende Vacuolen erkennen, und vom vorderen Ende des Körpers gehen ein, seltener zwei feine, wirbelnde Geisselfäden aus, mit deren Hilfe sie, fortwährend um die Längsachse rotirend, munter umherschwimmen. Ausser diesem freien Schwimmen sind die Monaden ähnlichen kleinen Schwärmer auch zum Kriechen auf einer festen Unterlage befähigt; in diesem Falle ziehen sie die Geisseln zurück, flachen sich ab und strecken spitze Pseudopodien hervor, so dass die mit gewissen kleinen actinophrysartigen Rhizopoden in Allem über-

¹ Haeckelia gigantea. Ein Protist aus der Gruppe der Monothalamien. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. IX. Bd. Neue Folge II. B. 2. H. S. 277.

¹ Bot. Zeit. 1858. Die Mycetozoën. Ein Beitrag zur Kenntniss der niedersten Thiere. ZWZ. Bd. X. (1859). Regensburger Flora. XX. 1862. No. 17 bis 19. Handb. d. physiolog. Botanik. II. B. I. Abth. Leipzig. 1866.

einstimmen, oder sie ziehen die Geissel ein und fliesen gleich einem schmelzenden Tropfen, in welcher Form sie mit den unter dem Namen der *Amoeba Gutttula* und *Amoeba Limax* bekannten *Amoebinen* gänzlich übereinzustimmen scheinen. Es ist überraschend, dass sich die monadenförmigen Schwärmer, als ob sie selbständige *Monaden* wären, durch Theilung fortpflanzen. Mit dem Fortschreiten der Cultur entwickeln sich aus den Rhizopoden ähnlichen Gebilden, den sogenannten *Myxoamoeben*, grössere Protoplasamassen, und zwar, wie CIENKOWSKI durch sehr genaue Untersuchungen gezeigt hat,¹ in der Weise, dass mehrere *Myxoamoeben* mit einander verschmelzen und *Plasmodien* bilden. In diesen, aus dem Protoplasma zusammengeflossener *Myxoamoeben* bestehenden Plasmodien sind keine Kerne mehr zu unterscheiden, doch konnte CIENKOWSKI in der hyalinen Rindenschicht zahlreiche rhythmisch pulsirende Vacuolen ausnehmen. Am überraschendsten ist es aber, dass die gleich Rhizopoden herumkriechenden *Myxoamoeben* und Plasmodien gerade so, als wenn sie wirkliche Rhizopoden wären, fremde Körper aufnehmen und offenbar auch verdauen.² Durch Verschmelzen mehrerer Kleinerer wachsen die Plasmodien stetig an, wodurch bei gewissen Arten häufig faustgrosse und noch grössere, aus netzförmig verschlungenem Protoplasma bestehende Massen zu Stande kommen, in deren feinen fadenförmigen

Fortsätzen, wie bei den Rhizopoden, lebhaft strömende Körnchen zu sehen sind; dabei können diese Massen sich langsam bewegen, den Ort verändern und sogar senkrecht, z. B. an feuchten Baumstämmen aufwärts kriechen. Nach Verlauf einer gewissen Zeit sprossen endlich aus den Plasmodien Sporangien hervor, in welchen sich durch endogene Zellbildung Sporen entwickeln, neben welchen bei manchen *Myxomyceten* noch ein Netzwerk eigenthümlicher elastischer Fäden sich herabildet, das sogenannte *Capillitium*, durch welches beim Platzen der Sporangien die Sporen nach allen Richtungen hin zerstreut werden. Nach diesen überraschenden Ergebnissen seiner Untersuchungen gelangt DE BARY zur Folgerung, dass die *Myxomyceten*, so sehr sie auch wegen der Sporangien den Pilzen ähnlich kommen mögen — aus dem Pflanzen- in das Thierreich zu übertragen wären; weshalb er sie auch *Myzozoa*, d. h. *Pilzthiere* benennt; gleichzeitig bemerkt er auch, dass möglicher, ja sogar wahrscheinlicher Weise sämtliche *Amoeben* in den Entwicklungskreis der *Mycetozoön* gehören. Diese Ansicht der Zugehörigkeit der *Myxomyceten* zu den Rhizopoden wird auch von BAIL getheilt.¹ In Vertheidigung seines Standpunktes HOFFMANN und WIEGAND gegenüber beruft sich DE BARY darauf, dass der Entwicklungsgang der von CIENKOWSKI entdeckten *Monas parasitica*² und der *Gregarinen* mit dem der *Myxomyceten* im Wesentlichen übereinstimmt, und zieht die folgende Parallele:³

¹ Zur Entwicklungsgeschichte der Myxomyceten und das Plasmodium. PRINGSHEIM's Jahrb. f. wiss. Botan. III. Bd. III. H. 1863.

² METSCHNIKOFF sagt diesbezüglich Folgendes: «Es ist nichts leichter, als die Aufnahme nicht nur fein vertheilter Farbstoffe oder Stärkekörner, sondern auch so grober Körper, wie die gekochten Eigelbkörner oder quergestreifte Muskelfasern verschiedener Thiere in's Innere der Plasmodien zu beobachten. Alle diese Substanzen bleiben aber im Plasmodium 24 Stunden und noch länger liegen, ohne deutliche Veränderungen zu zeigen, welche auf einen Verdauungsact hinweisen könnten; der grössere Theil der aufgenommenen Körper wird im Gegentheil wieder ausgeworfen. Bessere Resultate gaben mir Experimente mit der Fütterung hellgelber Plasmodien von *Physarum* mit erweichten Sclerotiumzellen von *Phloebeomorpha rufa*. Solche Zellen werden nicht nur mit Leichtigkeit vom Plasmodium aufgenommen, sondern erleiden auch Veränderungen, welche auf Verdauung hindeuten. Die Zellen werden blass und verkleinern allmählig, bis sie gar nicht mehr unterschieden werden.» Schriften der neurrussischen Gesellsch. d. Naturforscher in Odessa. V. (1877) 2. Conf. Zool. Anzeiger V. (1882) 311.

Myxogastres.	Monas parasitica.	Gregarinen.
Sporocyste	Cyste	Cyste
Sporen	Schwärmersporen ...	Psorospermien
Schwärmzelle	Schwärmersporen	{ wachsende, Amoeben-Zustand } ben ähnl. Körper
Lange contractile Fäden	Amoeben-Zustand	
...	...	Gregarinen
Sporocyste	Cyste	Cyste.

Die äusserst werthvollen Untersuchungen CIENKOWSKI's über die Entwicklung der *Monad*en, deren eine in der soeben erwähnten Parallele auch von DE BARY citirt wird, ergaben, dass diese nach Art der Thiere sich ernährenden mikroskopischen Organismen in ihrem Entwicklungsgang mit jenem der *Myxomyceten* so sehr übereinstimmen, dass sie die Bande zwi-

¹ Ueber die Myxogastres Fr. (*Myxomycetes* Wallr.). Verhandlg. der k. k. zoolog. botan. Gesellsch. (1859) S. 34.

² Die Pseudogonidien. Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Botan. I. B. II. Hft (1857) S. 371.

³ Flora. XX. (1862) S. 303.

schen *Myxomyceten* und *Protozoën* nur noch mehr befestigen. Gewisse *Monaden*, von CIENKOWSKI *Monadeae zoosporae* genannt,¹ insonderheit *Monas* (*Proto-monas* Haeck.) *amyli*, *Pseudospora parasitica* (= *Monas parasitica*), *Ps. Nitellarum* und *Ps. Volvocis*, beginnen die erste Phase ihres Lebens als, jenen der *Myxomyceten* vollkommen ähnliche Schwärmer (*Monasform*), welche sich, nachdem das Schwärmen eine Zeit lang gedauert hat, zu Rhizopoden mit spitzen Pseudopodien, oder wie CIENKOWSKI sagt, zu *actinophrysartigen Amoeben* verwandeln (*Amoebenform*), welche von den Myxoamoeben in nichts verschieden sind; bei *Monas amyli* entwickeln sich sogar durch Verschmelzen mehrerer Schwärmer kleine fadenförmige Plasmodien; die *Amoeben* respective die Plasmodien ziehen sich schliesslich zu einer Kugel zusammen und secerniren eine Cyste, innerhalb welcher sie, nach einer Rast von verschiedener Dauer, in einzelne Schwärmer zerfallen, welche aus der Cyste hervortretend den soeben skizzirten Entwicklungsgang von Neuem beginnen. Denselben Verlauf nimmt die Entwicklung bei gewissen *Moneren* HAECKEL's, so bei *Protomyxa aurantiaca* und bei *Protamoeba Huxleyi*; dagegen fehlt im Entwicklungsgang anderer *Monaden*, insbesondere der *Colpodella pugnax* Cienk., die *Amoebenform*, während bei der von CIENKOWSKI *Monadeae tetraplastae* genannten Gruppe (*Vampyrella*, *Nuclearia*) im Gegentheil die *Monasform* nicht vertreten ist. Auf diese Untersuchungen konnte CIENKOWSKI mit Recht die Behauptung stützen, dass gewisse unter die *Monaden* und Rhizopoden eingereihten niederen Protozoën mit den *Myxomyceten* am nächsten verwandt sind; zu Alldem gesellt sich noch das durch die neuesten Untersuchungen zu Tage beförderte Ergebniss, wonach auch im Entwicklungsgang der *Heliozoën*, wie bei den *Monaden* CIENKOWSKI's, die *Monas-* und *Rhizopodenform* alternirt; es lässt sich sogar, wie RICHARD HERTWIG sagt, auch der Entwicklungslauf der *Radiolarien* mit dem der *Myxomyceten* am besten vergleichen.²

Während durch diese neueren Forschungen zwischen *Myxomyceten* und *Rhizopoden* eine nahe Verwandtschaft nachgewiesen wurde, haben in der anderen Richtung angestellte Untersuchungen die Bande zwischen *Myxomyceten* und den übrigen Pilzen enger geknüpft. Es hat nämlich BREFELD in *Dictyo-*

stelium mucoroides eine Uebergangsform von den *Myxomyceten* zu den *Mucorineen* entdeckt, und FAMINTZIN und WORONIN haben nachgewiesen, dass das zu den *Isarieen* gehörige *Ceratium hydnoides* und die zu den *Hymenomyceten* in ein Subgenus der Gattung *Polyporus* gehörige *Polystica reticulata* dem Entwicklungsgange nach zu den *Myxomyceten* zu rechnen sei, woraus gefolgert werden könnte, dass unter den *Myxomyceten* verschiedene Pilztypen vertreten sind.¹

Gegen die bei Botanikern heut zu Tage allgemeine Ansicht, wonach die *Myxomyceten* unter die Pilze gehören, ist neuestens eben der Botaniker SCHMITZ wieder aufgetreten, der auf den DE BARY'schen Standpunkt zurückgreifend betont, dass sie von den Rhizopoden viel schwerer zu trennen sind, als von den Pilzen.²

Die dargelegten Forschungs-Ergebnisse haben scheinbar eine Verwicklung hervorgerufen; thatsächlich wurde aber durch dieselben eine noch immer strittige These der Biologie geklärt und bewiesen, dass die Rhizopoden, deren höheren Formen man die animalische Natur gewiss nicht absprechen kann, durch Vermittlung der *Myxomyceten* mit den von den Pflanzen untrennbaren Pilzen durch eine ununterbrochene Reihe verbunden sind, dass auf diesen tiefsten Lebensstufen — wie PERTY sagt³ — die populären Begriffe von Thier und Pflanze nicht mehr passen.

Wer sich mit dieser Wahrheit nicht befreunden will, dem bleibt nichts Anderes übrig, als den unentwirrbaren Knoten, gleich einem Alexander, entzweizuhauen, das heisst, in Ermangelung natürlicher Grenzlinien an willkürlich gewählte sich zu halten, wodurch man selbstverständlich auf das Gebiet der subjectiven Auffassung, und wie bei Ländern, welche

¹ *Ceratium hydnoides* Ab. et Schw. und *Polystica reticulata* Fr. (*Polyporus reticulatus* Nees) als zwei neue Formen von Schleimpilzen. Bot. Ztg. 30. Jahrg. No. 34. (1872) S. 613.

² Untersuchungen über die Zellkerne der Thallophyten. Sitzungsab. der niederrhein. Gesellsch. f. Natur- und Heilkunde zu Bonn. 4. Aug. (1879). S. 21.

³ Ueber die Grenzen der sichtbaren Schöpfung, nach den jetzigen Leistungen der Mikroskope und Ferngläser. Sammlung gemeinverständlicher wissenschaftlicher Vorträge Von R. VIRCHOW und Fr. von HOLTZENDORFF. IX. Ser. Berlin 1874.

¹ Beiträge zur Kenntniss der Monaden. AMA. I. 1865.

² Zur Histologie der Radiolarien. S. 81.

natürlicher Grenzen entbehren, zu fortwährenden Grenzstreitigkeiten gelangt.

Labyrinthuleen.

Ich muss an dieser Stelle der von CIENKOWSKI entdeckten eigenthümlichen *Labyrinthuleen*¹ Erwähnung thun, welche eine besondere Gruppe von Protisten zu bilden scheinen, obschon sie in gewissen Beziehungen an die *Monaden* und *Myxomyceten* erinnern. Die *Labyrinthuleen* pflegen sich in der See auf untergetauchte Gegenstände zu lagern, und bestehen aus gruppenweise lebenden spindelförmigen membranlosen, einen Kern führenden und ihre Form verändernden Zellen. Diese Zellen scheiden Fäden aus, welche ein feines Netzwerk, gleichsam ein Schienennetz bilden, auf welchem die Zellen eigenthümlich fortgleiten und die verschiedensten Umwege beschreiben; später vereinigen sie sich zu Gruppen und secerniren eine gemeinsame Hülle, innerhalb welcher die einzelnen Zellen gesondert sich einkapseln, um nach kurzer Rast in vier Tochterzellen zu zerfallen, welche die Cysten verlassen und auf einem neuangelegten Schienennetz ihre gleitenden Bewegungen beginnen.

Flagellaten.

Die sogenannten *Flagellaten* — d. i. jene grosse Gruppe der Protisten, welche zuerst von DUJARDIN in einer besonderen Ordnung zusammengefasst wurde, deren Repräsentanten durch einen oder mehrere wirbelnde Geisselfäden (*«filaments flagelliformes»*) charakterisirt sind, und zu deren Bezeichnung zuerst von COHN im Jahre 1850 der seitdem allgemein acceptirte Ausdruck *Flagellata* vorgeschlagen wurde² — waren im Vergleich zu den übrigen Gruppen der Protisten ziemlich vernachlässigt geblieben, und wurden erst in der jüngsten Zeit mit neuen Formen bereichert. CLAPARÈDE und LACHMANN haben in ihrem grossen Werk blos die *Cilioflagellaten*, die *Peridinceen* EHRENBURG's bearbeitet, von den übrigen Flagellaten aber nur einzelne zerstreute Notizen mitgetheilt; die *Peridineen* jedoch wurden von ihnen mit mehreren interessanten Seeformen (zahlreichen *Dinophysis*-Arten, und

dem neuen Genus *Amphidinium*) bereichert. FRESENIUS¹ beschrieb im Jahre 1858 unter dem Namen *Monas consociata* eine, durch gallertige, schleimige Substanz zusammengehaltene scheibenförmige Colonien bildende *Monadine*, welche später von CIENKOWSKI² als *Phalansterium consociatum* bezeichnet und gleichzeitig mit einer verwandten Form, dem *Phalansterium intestinum*, dessen Colonien unverästelte Fäden bilden, beschrieben wurde. Auch hat FRESENIUS auf starren Stielen gruppenweise sitzende *Monadinen* unter der Bezeichnung *Anthophysa solitaria* beschrieben, welche mit der von EHRENBURG zu den *Vorticellinen* gerechneten *Epistylis Botrytis* offenbar identisch sind. Der amerikanische Forscher JAMES-CLARK hat denselben Flagellaten den Namen *Cadosiga pulcherrima* gegeben und gleichzeitig genaue Beschreibungen von vielen anderen, mit der obigen nahe verwandten, bisher unbekannten farblosen Flagellaten (*Bicosoea*, *Codonoea*, *Salpingoea*) geliefert; alle diese Flagellaten scheinen hinsichtlich ihrer Organisationsverhältnisse mit den Geisselzellen (Kragenzellen) der Spongien genau übereinzustimmen und sind auch, wie die Letzteren, mit einem eigenthümlichen *Kragen* (collar) versehen, von dessen Mitte der einzige, lange Geisselfaden ausgeht. JAMES-CLARK wurde durch Studien über 15 Flagellatenarten und eines Kalkschwammes, der *Leucosolenia (Grantia) botryoides** zu der Ansicht geführt, dass die Spongien — deren Geisselzellen im Bau mit den von ihm beschriebenen Flagellaten, wie gesagt, gänzlich übereinstimmen, und zwar ausser der Allgemeinform und des aus der Mitte des Kragens herausragenden Geisselfadens, auch darin, dass sie mit zwei, in regelmässigen Zeiträumen abwechselnd pulsirenden Vacuolen und einer Mundöffnung versehen sind, durch welche sie nicht nur Wasser, sondern mit diesem auch kleine Fremdkörper aufnehmen, also fressen — dass mithin die Spongien nichts weiter als Monaden-Colonien sind; nach JAMES CLARK wird nämlich der charakteristischste und allein wesentliche Theil des Spongienkörpers

¹ Ueber den Bau und die Entwicklung der Labyrinthuleen. AMA. III. Bd. III. Hft. 1867.

² Nachträge zur Naturgeschichte der Protococcus pluvialis Kützing. Nova acta Acad. Cæsar. Leop. Carol. Nat. Cur. XXII. II. 1850.

¹ Beiträge zur Kenntniss mikroskopischer Organismen. Frankfurt a. M. 1858.

² Ueber Palmellaceen und einige Flagellaten. AMA. VI. IV. 1870.

* Nach HAECKEL ist dieser Schwamm nicht *Leucosolenia botryoides*, sondern wahrscheinlich mit *Ascartis fragilis* identisch. Die Kalkschwämme. I. Berlin (1872) S. 25.

durch die *Monaden-Schicht* (*Monadigerous layer*) gebildet, welche die Gänge auskleidend das Entoderm vorstellt; dagegen wäre die Spiculen führende, im Uebrigen aber structurlose äussere Schicht (*Cytoblastematus layer*), d. h. das, was HAECKEL Ectoderm, Andere Mesoderm nennen, bloss ein «*common dormitory*», auf welcher die *Monaden-Colonie* ruht. Dieser Auffassung getreu meint er die Schwämme in die einzelnen Familien der Flagellaten (*Monadoidae*, *Bicosocidae*, *Codosigoidae*, *Anthophysidae* etc.) einreihen zu müssen.¹

Diese Ansicht JAMES CLARK's wurde von den Spongiologen, die heut zu Tage sämmtlich, der von LEUCKART seit 1854 befolgten Eintheilung sich anschliessend, die Schwämme für Coelenteraten halten, kühl zurückgewiesen, und meines Wissens erhob sich nur eine Stimme dafür, nämlich STEIN, der jene Ansicht nicht für ganz verwerflich hält.²

Eine grosse Anzahl neuer Formen wurde neustens von BÜTSCHLI in einer die Kenntniss der Flagellaten wesentlich fördernden Abhandlung beschrieben.³ Doch von sämmtlichen Arbeiten, welche seit EHRENBURG mit den Flagellaten sich befassten, ist der im Jahre 1878 erschienene III. Theil des von STEIN im Jahre 1859 begonnenen, gross angelegten monographischen Werkes⁴ unstreitig die bedeutendste; sie erstreckt sich auf sämmtliche Flagellaten und bildet in der Kenntniss der Flagellaten einen allen Richtungen nach beträchtlichen Fortschritt. Von diesem weitläufigen Werk, welches STEIN selbst für die schwierigste und mühseligste, aber auch für die beste Arbeit seines ganzen Lebens hält, ist bisher bloss der noch unvollendete allgemeine Theil erschienen; es kann aber aus dem erschienenen, auch die kurze Classification und die mit Erklärungen versehenen Tafeln enthaltenden Theile, auf die grosse Zahl der neuen Arten und der neuen morphologisch-physiologischen Daten, mit denen der grösste Forscher der letzten dreissig Jahre unsere Kenntnisse über die Flagellaten bereichert, geschlossen werden.

¹ On the Spongiae Ciliatae as Infusoria Flagellata; or Observations on the Structure, Animality, and Relationship of Leucosolenia botryoides, Bowerbank. Memoires read before the Boston society of natural History. III Boston. 1867.

² III. S. 10.

³ Beiträge zur Kenntniss der Flagellaten und einiger verwandten Organismen. ZWZ. XXX. 1878.

⁴ Der Organismus der Infusionsthiere. III. Abthl. mit 24 Kupfertafeln, I. Hälfte. Leipzig 1878.

Verhältniss der Schwärmsporen von Algen und Pilzen zu den Flagellaten.

Durch die Entdeckung der Schwärmsporen der Algen wurde, wie bereits oben erwähnt, in Folge der Untersuchungen von UNGER und THURET, schon seit dem Jahre 1843 die Ansicht, wonach die Flagellaten im System neben die Wimperinfusorien einzureihen sind, bedeutend erschüttert, und v. SIEBOLD bewogen, mit Ausnahme der *Astasiceen* und *Peridineen*, sämmtliche Flagellaten in das Pflanzenreich zu verweisen. Die neueren Studien über die Entwicklungsverhältnisse der niedersten Wesen mussten die engste Verwandtschaft zwischen gewissen Flagellaten und den Algen nur noch mehr befestigen, und die Untersuchungen von ALEXANDER BRAUN, NÄGELI, COHN u. A. führten alle zum Ergebniss, dass ein grosser Theil der chlorophyllhaltigen Flagellaten, insbesondere die *Volvocineen*, von den zur Ordnung der *Palmellaceen* gehörigen einzelligen Algen ohne Zwang nicht können getrennt werden, sondern mit diesen, als Repräsentanten einer besonderen Familie, unbedingt zu vereinigen seien; dasselbe lässt sich von den *Chlamydomonaden* und *Chlamydococcen* (= *Hæmatococcus Flotow*) sagen, welche ihren naturgemässen Platz in der Familie der *Protococcaceen* finden. Mit den Letzteren stehen wieder unzweifelhaft in der engsten Verwandtschaft EHRENBURG's chlorophyllhaltige *Monadinen* (*Monas grandis*, *M. tingens*, *Uvella virescens*, *M. Bodo*, *Microglæna punctifera*, *M. monadina*, *Doxococcus ruber*, *D. Pulvisculus*), die reines oder modificirtes Chlorophyll enthaltenden Repräsentanten der *Cryptomonadinen* und *Astasiceen*, die *Dinobryinen*, die zu den *Cyclidineen* gerechnete *Chaetomonas*, und schliesslich auch die grünen oder braunen *Peridineen*, welche von den *Volvocineen* und von *Chlamydomonas* kaum zu trennen sind, und LEUCKART verfuhr nur consequent, als er allen diesen Flagellaten ihren Platz unter den Algen anwies.¹

Die heutige Kenntniss der Fortpflanzung der niedersten Pilze beweist ferner, dass die Repräsentanten mehrerer zur Ordnung der *Phycomyceten* gehöriger Pilz-Familien, namentlich die *Peronosporen*, *Saprolegnieen*, und *Chytridieen*, welche in vielen Beziehungen die farblosen Parallelgruppen der grünen *Siphoneen* und *Protococcaceen* bilden, gleichfalls durch Schwärmsporen sich fortpflanzen, welche Letz-

¹ Nachträge und Berichtigungen zu dem I. Bd. von J. VAN DER HOEVEN's Handb. d. Zoologie. Leipzig. (1856) S. 8.

teren zu den farblosen Flagellaten, insbesondere den *Monadinen* im selben Verhältniss stehen, wie die Schwärmsporen der Algen zu den grünen Flagellaten, d. h. sie sind in morphologischer Beziehung kaum von einander zu trennen.

Demgemäss wäre man also dahin gelangt, sämtliche Flagellaten als in das Pflanzenreich gehörig zu betrachten. Und doch kann dies so lang nicht geschehen, bis man nicht auch die Ciliaten dem Pflanzenreiche zuweist; es gibt nämlich Flagellaten, welche Mund, Schlund und Afteröffnung, manche sogar in der Corticalschicht ihres Protoplasma-Leibes contractile Fasern, Myophanfasern, besitzen (*Eugleneen* und *Astasiceen*) und von den Ciliaten nur durch das Fehlen des Flimmerhaare, oder eben durch das Vorhandensein der Geisselfadens abweichen; dabei bilden diese nicht etwa eine besondere Gruppe, sondern sie sind häufig auch genetisch sehr schwer von Formen zu unterscheiden, welche, ganz wie Pflanzen, mittelst Chlorophyll assimiliren; ja es können sogar die letzteren selbst gewisse chaarakteristische Merkmale der Ciliaten besitzen.

Es ist zur Genüge bekannt, dass es unter den niedersten Pflanzen gewisse Parallelförmigkeiten gibt, welche einander vollkommen gleichen, mit dem einzigen Unterschied, dass die eine Form reines oder modificirtes Chlorophyll enthält und nach Art der grünen Pflanzen, — die andere aber das Chlorophyll vermissen lässt und wie Pilze sich nährt. OERSTED liefert von diesen Parallelförmigkeiten die folgende Reihe:

A) Reines oder modificirtes Chlorophyll enthaltend.	B) Farblos.
<i>Oscillatoria</i> --- --- --- --- ---	<i>Beggiatoa</i> .
<i>Spirulina</i> --- --- --- --- ---	<i>Spirochaeta</i> .
<i>Leptothrix</i> --- --- --- --- ---	{ <i>Leptomitrus</i> .
	<i>Hygrococcus</i> .
<i>Palmellaceae</i> --- --- --- --- ---	<i>Cryptococcaceae</i> .
<i>Chlamydomonas</i> --- --- --- --- ---	<i>Ch. hyalina</i> .
<i>Synedra</i> (<i>Phycocanthin</i> enthaltende Art.)	<i>Synedra putrida</i> . ¹

Es kann sogar behauptet werden, dass sämtliche Algen und Pilze auch nur solche Parallelgruppen sind, welche von NÄGELI auf Grund des Vor- oder Abhandenseins von Chlorophyll getrennt wurden; vom morphologischen Standpunkt kann es demnach nur gebilligt werden, wenn mehrere competente For-

scher, u. A. auch SACHS, Algen und Pilze zu einer gemeinschaftlichen Gruppe zusammenfassen.

Was nun aber von den chlorophyllhaltigen und farblosen niedersten Pflanzen steht: dasselbe hat in vollem Maass auch für die Flagellaten Gültigkeit. Auch unter diesen gibt es Parallelförmigkeiten, welche zuweilen nicht einmal genetisch von einander zu unterscheiden sind; während aber die eine Form reines oder modificirtes Chlorophyll enthält und dieses nach Art der Pflanzen assimilirt: wird in der entsprechenden Parallelförmigkeit das Chlorophyll vermisst, dagegen, ganz wie bei den Ciliaten, Mund und Schlund angetroffen, und eine vollkommen animalische Ernährungsweise beobachtet. Dies bezieht sich z. B. auf folgende Flagellaten:

A) Reines oder modificirtes Chlorophyll enthaltende pflanzliche Flagellaten.	B) Mit Mund und Schlund versehene thierische Flagellaten ohne (oder blos mit Spuren von) Chlorophyll.
--	---

Arten von <i>Cryptomonas</i> ---	<i>Chlamydomonas Faramecium</i> .
„ „ <i>Euglena</i> ---	Arten von <i>Astasia</i> (<i>Peranema</i>)
„ „ <i>Peridinium</i> ---	„ „ <i>Gymnodinium</i> .*

Hierher ist die auch von OERSTED erwähnte *Chlamydomonas Pulvisculus* und ihre Parallelförmigkeit *Ch. hyalina* zu rechnen, welche mit *Polytoma Uvella* Ehrb. offenbar identisch ist, sich von den anderen thierischen Flagellaten aber durch Mangel eines Schlundes unterscheidet.

Die innigste Verwandtschaft unter den Parallelförmigkeiten der soeben angeführten Reihe wird wohl von Niemandem bezweifelt werden, und trotzdem wird man gezwungen sein, wenn man sonst an der populären Trennung der Organismen in pflanzliche und thierische festhält, einen Theil zum Pflanzenreich, den anderen zum Thierreich zu schlagen, wo diese in den Ciliaten eben so nahe Verwandte besitzen, wie jene in den Palmellaceen. Die *Cryptomonaden* und *Euglenen*, wie auch *Chlamydomonas Pulvisculus*, pflegen nach Ablauf der Schwärmperiode eine durchsichtige farblose Gallerthülle (*Gloococcus-Form*) oder eine derbe Cellulosehülle (*Chroococcus-Form*) auszuscheiden, und nach einer — im ersteren Falle kürzeren, im letzteren zumeist

* STEIN hat die panzerlosen und auf thierische Art sich ernährenden *Peridineen* in das Genus *Gymnodinium* eingetheilt, wohin er *G. Vorticella* St., *G. Pulvisculus* St. (= *Peridinium Pulvisculus* Ehrb.), *G. roseolum* St. (= *Gymnodinium roseolum* Schmarda) zählt. (III. S. 90.)

¹ OERSTED, System der Pilze, Lichnen und Algen. Leipzig (1873). S. 141.

längeren — Rast durch wiederholte Theilung sich zu vermehren; die junge Generation von Schwärmer macht dann den soeben beschriebenen Entwicklungsgang aufs Neue durch. Wenn nun aber diese reines oder modificirtes Chlorophyll enthalten und ganz nach Art der Pflanzen sich nährenden Schwärmer weder in Bezug auf Organisation und Ernährung, noch auch hinsichtlich ihres Entwicklungsganges von den zur Familie der Palmellaceen gehörigen einzelligen Algen (*Palmella*, *Gloecystis*, *Tetraspora*, *Vacuolaria* u. A.) sich unterscheiden: so darf man nicht den geringsten Anstoss nehmen, wenn von CIENKOWSKI *Cryptomonas ovata*, ferner *Chlamydomonas* und die *Euglenen* den Palmellaceen angereiht werden.^{1*}

Auch die *Peridineen* können sich, wie die Untersuchungen von CLAPARÈDE und LACHMANN beweisen, nachdem sie den Panzer abgeworfen, in spindel- oder halbmondförmige Cysten umwandeln, innerhalb welchen eine neue Generation entsteht. In dieser Form scheinen auch die *Peridineen* mit gewissen einzelligen Algen übereinzustimmen, und auch mit den Palmellaceen in sehr nahen Verwandtschaftsbeziehungen zu stehen.

So sehr aber die chlorophyllhaltigen Flagellaten während ihrer Ruhezeit den einzelligen Algen nahekommen, so dass sie von diesen kaum zu unterscheiden sind: so nahe stehen anderseits ihre farblosen Parallelförmigen, wegen des deutlich sichtbaren Mundes und Schlundes und wegen ihrer Ernährung durch verschlungene Fremdkörper, zu den Ciliaten, und STEIN hebt gewiss mit Recht hervor, dass gewisse farblose Flagellaten, ihrer ganzen Organisation nach, mit gewissen Ciliaten unverkennbare Analogien aufweisen.²

In der That ist die Uebereinstimmung, welche namentlich betreffs der allgemeinen Körperform und der Structur des Schlundes zwischen gewissen farblosen Flagellaten und Ciliaten besteht, im höchsten Grad überraschend, da sie sich nur durch die vorhandenen oder fehlenden Geisselfäden von einander

unterscheiden, und wenn man auf dieses Merkmal kein grosses Gewicht legte, im System unbedingt neben einander zu stellen wären. Diese Aehnlichkeit kann sich so weit steigern, dass es nur durch Anwendung sehr starker Vergrösserungen und durch scharfe Beobachtung möglich wird, gewisse Flagellaten von ihren zu den Ciliaten gehörigen Doppelgängern zu unterscheiden, weshalb es uns auch gar nicht wundern kann, wenn EHRENBURG z. B. die *Astasia* (*Pernema*) *trichophora* unter dem Namen *Trachelius trichophorus* in die Familie der bewimperten *Trachelinen*, eine *Craspedomonadine* und die *Anthophysa* aber unter die *Vorticellinen* einreihete; wurden ja doch gewisse kleine *Craspedomonadinen* noch im Jahre 1852 selbst von STEIN für *Vorticellen* gehalten; ¹ ja, ich erachte es sogar für sehr wahrscheinlich, dass die von RICHARD GREEF als *Epistylis minutus* beschriebene und abgebildete winzige *Epistylis*-Colonie, deren einzelne Individuen bei 400-facher Vergrösserung nur eine Länge von 4 mm. zeigen,² nichts anderes, als die der *Epistylis* in der That zum Verwechseln ähnliche *Dendromonas virgaria* ist, welche schon früher von WEISS unter dem Namen *Epistylis virgaria* beschrieben wurde. Die zur Familie der *Bicoeciden* gehörigen Flagellaten, welche in der anderen Richtung mit den *Dynobryinen* verwandt sind, zeigen in mancher Beziehung dieselbe Organisation, wie die *Ophrydinen*, namentlich die *Cothurnien* und *Vaginicolen*. Zum verwechseln ähnlich sind sich auch die farblosen Formen der *Peridineen*, nämlich die *Gymnodinien* und das zur Familie der *Cyclodineen* gehörige *Urocentrum Turbo*, weshalb es auch nicht im Geringsten befremden wird, dass JAMES-CLARK den letzteren Ciliaten unter dem Namen *Peridinium Cypripedium* als neue *Peridinee* beschrieb;³ zwischen *Gymnodinium* und *Urocentrum* besteht der Unterschied in der Organisation blos darin, dass bei letzterem ausser den Cilien, welche die den Leib in zwei ungleiche Hälften thei-

¹ Ueber Palmellaceen und einige Flagellaten. AMA. VI. (1870) S. 426.

* Uebrigens wurden die, kugelig zusammengeschrumpft sich einkapselnden Euglenen schon von KÜTZING zu den Algen gezählt; *Myrocystis austriaca* und *M. Noltii* scheinen nämlich *Euglena sanguinea*, *M. olivacea* und *M. minor* dagegen *E. viridis* zu entsprechen.

² III. S. V.

¹ Neue Beiträge zur Kenntniss der Entwicklungsgeschichte und des feineren Baues der Infusionsthier. ZWZ. III. 481.

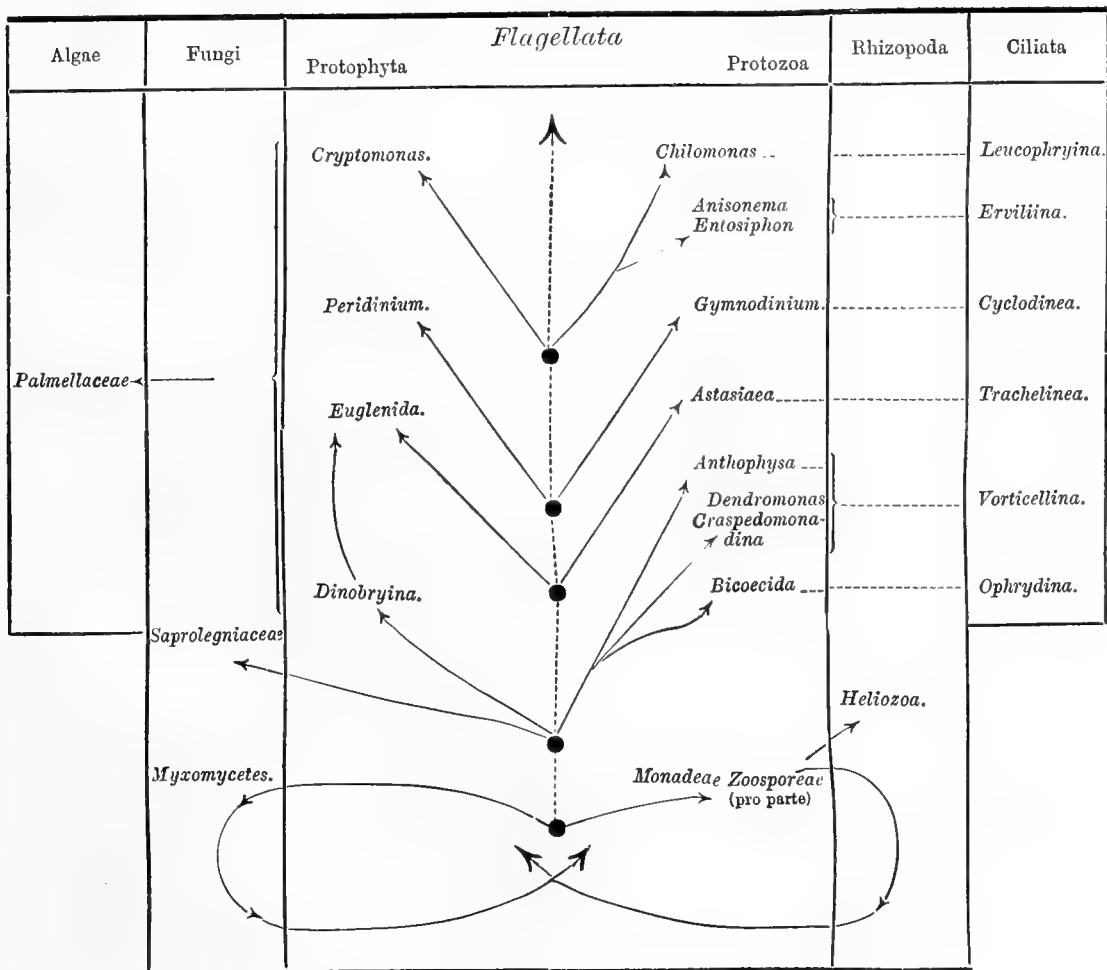
² Untersuchungen über die Naturgeschichte der Vorticellen AN. 36—37. Jahrg. (1870—71) T. VI. F. 5.

³ Proofs of the Animal Nature of the Cilioflagellata Infusoria, as based of the Structure and Physiology of one of the Peridineæ (*Peridinium Cypripedium*, n. sp.). — Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences, February, 1865. Conf. STEIN II. 148.

lende gürtelförmige Einschnürung begrenzen, der ganze Leib, das Ende der grösseren Körperhälfte ausgenommen, mit ziemlich langen, aber sehr dünnen, zarten Cilien bedeckt ist,* ferner, dass den Geisselfaden eine aus langen Flimmerhaaren gedrehte zugespitzte Quaste ersetzt; letzterem Unterschied wird aber kaum eine Bedeutung zugesprochen werden können, da diese Quaste aus zusammengedrehten Cilien auch bei einer an Arten sehr reichen Gattung der *Monadinen*, nämlich bei den im Darm von Insecten und Froschlärven häufig in unzähligen Mengen vorkommenden *Lophomonaden* anstatt des Geisselfadens angetroffen wird. Endlich stimmt *Chilomonas Paramecium* — welche von PERTY mit den chlorophyllhaltigen Parallelförmigen, d. i. den *Crypto-*

monas-Arten nicht ohne Berechtigung in eine Art (*Cryptomonas polymorpha* Perty) zusammengefasst wird — der Körpergestalt und dem Schlund nach mit dem zur Familie der *Leucophryinen* gehörigen *Colpidium Colpoda* ebenso genau überein, wie die nächsten Verwandten von *Chilomonas*, nämlich die zu den Gattungen *Anisonema* und *Entosiphon* gehörigen Flagellaten mit den *Erviliinen*. Man trifft also unter den Flagellaten Formen an, welche mit den Ciliaten parallel laufen, so dass man, Alles erwogen, beim heutigen Stand der Kenntnisse die Flagellaten in der That eben so wenig von den — wenn der Ausdruck gestattet ist — animalischsten Repräsentanten der Protisten, nämlich den Ciliaten zu trennen vermag, als von den Rhizopoden, Algen und Pilzen, mit denen sie durch mehr-weniger innige Verwandtschaft verbunden sind; es möge das durch folgende, einer Erklärung kaum bedürftige tabellarische Uebersicht der Verwandtschaftsverhältnisse einiger Flagellaten versinnlicht werden:

* So habe ich nach wiederholten Untersuchungen die Bewimperung bei *Urocentrum* gefunden, während STEIN bei den *Cyclodineen* (*Urocentrum*, *Didinium*, *Mesodinium*) blos 1 oder 2 Ciliengürtel unterscheidet (II. 148); würde Letzteres richtig sein, so wäre es in der That kaum möglich *Urocentrum* von den *Peridinieen* zu trennen.



Wenn man nach Alldem den Verwandtschaftsverhältnissen der Flagellaten nachforscht, so wird man der Auffassung kaum widersprechen können, welche von BARY DE ST. VINCENT im Jahre 1828 mit folgenden sehr zutreffenden Worten ausgedrückt wurde: «Die in den Naturwissenschaften behufs Erleichterung des Studiums acceptirte Eintheilung in Reiche, Ordnungen, Classen, ja selbst Gattungen ist insgesamt mehr-weniger willkürlich. Betrachtet man die für Typen gehaltenen Objecte, so werden uns ihre Differenzen auf den ersten Blick in der That überraschen; eben so überraschend sind aber auch die gegen die Grenzen zu verschwimmenden Nuancen. Selbst die charakteristischsten endigen mit Uebergängen; um das Gedächtniss zu unterstützen, wurden imaginäre Grenzen errichtet, welche die Natur selbst ebenso wenig gezogen hat, wie sie keine Grenzen zog zwischen den verschiedenen Farbenbändern, welche den Regenbogen bilden.»¹

Wer sich in diese Thatsache nicht ergeben kann, muss entweder sämtliche Flagellaten — wie LEUCKART im Jahre 1856 vorschlug — in das Pflanzenreich versetzen, oder sie zu den Thieren rechnen, aber mit voller Consequenz und ohne den fatalen Folgen auszuweichen, wie dies DIESING im Jahre 1866 gethan hat, indem er meint: «Einer besonderen Berücksichtigung bedürfen noch die von einigen Botanikern als Schwärmsporen der Algen bezeichneten, mit 1, 2, 4 oder mehreren Schwingfäden und oft mit einem rothen Punkte versehenen Organismen. — In der Voraussetzung, dass bei den in Rede stehenden Organismen bei sorgfältiger Untersuchung in Zukunft auch eine Mundöffnung beobachtet, so wie das für die Prothelminthen so charakteristische contractile Bläschen im Innern des Leibes sich nachweisen lassen werden, glaube ich diese vermeinten Schwärmsporen mit Schwingfäden und meistens rothem Punkte aus dem Pflanzenreiche entfernen, und als in und an den Algen parasitisch lebende und dort ihre Entwicklung durchmachende Monaden betrachten zu sollen.»² Oder es müssten end-

lich Unterschiede in der Organisation von so allgemeiner Bedeutung nachgewiesen werden, durch welche die animalische Flagellaten von den Schwärmsporen der Pflanzen scharf abweichen. Letzteres wurde in jüngster Zeit von STEIN versucht, aber wie zu erwarten stand, führte der Versuch zu keinem befriedigenden Resultat. STEIN vermeinte den Unterschied zwischen Schwärmsporen und animalischen Flagellaten darin zu finden, dass die letzteren in allen Fällen einen, dem der Ciliaten gleichwerthen Kern und pulsirende Vacuolen besitzen, welche den Schwärmsporen gänzlich abgehen;¹ auf diese thierischen Kennzeichen gestützt, nahm er die Flagellaten im selben Umfange in das Thierreich auf, wie EHRENBURG, nämlich ausser den mit Mund und Schlund versehenen und nach Art der Thiere sich nährenden Flagellaten auch noch die Familien der *Dinobryinen*, *Chrysomonadinen*, *Chlamydomonadinen*, *Volvocinen*, *Hydromorinen*, *Cryptomonadinen* und *Chloropeltiden*, welche (einige Repräsentanten der *Cryptomonadinen* ausgenommen) alle sich ganz nach Art der Pflanzen ernähren, das heisst mittelst ihres reinen oder modificirten Chlorophylls assimiliren. Gestützt auf den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse muss aber mit ganzer Bestimmtheit behauptet werden, dass den STEIN'schen Kennzeichen kein allgemeiner Werth zugesprochen werden kann, und zwar nicht darum, weil es vielleicht STEIN nicht gelungen wäre, durch genaue Untersuchungen bei allen von ihm für Thiere gehaltenen Flagellaten den Kern und die pulsirenden Vacuolen nachzuweisen, sondern weil sowohl Kerne als auch pulsirende Vacuolen — von den Schwärmern und *Myxamoeben* der mit Pilzen und Rhizopoden in gleich enger Weise verschlungenen *Myxomyceten* ganz abgesehen — thatsächlich auch bei den Schwärmern mehrerer Algen vorkommen. Bezüglich des Kernes ist die neueste wichtige Arbeit von SCHMITZ² in erster Reihe zu berücksichtigen, worin nachgewiesen wird, dass durch Tinction mit Hämatoxylin in vielen Algen- und Pilzzellen ein bis dahin unbekannter Kern konnte nachgewiesen werden; so befinden sich ins-

Sitzungsb. der math. naturwiss. Classe der kais. Akademie der Wiss. L. 1. Wien. (1866) S. 288—89.

¹ III. S. 47.

² Untersuchungen über die Zellkerne der Thallophyten. Sitzungsb. der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- u. Heilkunde zu Bonn. 4. Aug. 1879.

¹ Dictionnaire classique d'histoire naturelle. XIV. Paris (1828). 330.

² Revision der Prothelminthen. Abth. Mastigophoren.

besondere bei den Schwärmsporen der *Vaucheria* im farblosen Rindenplasma mehrere Kerne in regelmässigen Abständen, welche bisher der Aufmerksamkeit der Forscher ganz entgangen waren. Desgleichen hat SCHMITZ die Zellkerne auch in den Schwärmsporen von *Codium*, *Drapalnaldia*, *Saprolegnia* u. A. entdeckt. Ferner wird STEIN gegenüber von MAUPAS betont, dass die Schwärmsporen von *Microspora floccosa* aus der Familie der *Conferveen*, und der *Oedogonien* gerade so mit Kernen versehen sind, wie die Zellen der *Volvocineen*,¹ wonach als wahrscheinlich angenommen werden mag, dass man bei ferneren Untersuchungen auch in den Schwärmsporen anderer Algen Kerne antreffen wird. Bezüglich der pulsirenden Vacuolen ist hervorzuheben, dass diese bei den Schwärmsporen der *Apicystis Brauniana*, einer *Palmellacee*, von FRESenius bereits im Jahre 1858 nachgewiesen,² von CIENKOWSKI aber bei *Glococystis*, *Pleurococcus*, *Tetraspora*, *Palmella*, *Hydrurus* und *Vacuolaria* entdeckt wurden.³ Auf diese Beobachtungen könnte zwar entgegnet werden, dass sie nicht mehr beweisen, als dass die angeführten *Palmellaceen* aus dem Pflanzen- ins Thierreich zu übertragen sind; wozu STEIN namentlich bezüglich dreier *Palmellaceen*: *Tetraspora*, *Glocococcus* und *Dictyosphaerium* grosse Neigung zu haben scheint;⁴ doch kann dasselbe von den Schwärmsporen von *Stigeoclonium*, *Chaetophora* und *Draparnaldia* gewiss nicht behauptet werden, bei deren zwei ersteren CIENKOWSKI,⁵ beim letzteren aber DODEL-PORT zwei in regelmässigen Zeiträumen pulsirende Vacuolen entdeckt haben,⁶ — oder von den Schwärmsporen der *Ulothrix zonata*, bei welchen eine alle 12 bis 15 Secunden pulsirende Vacuole durch STRASBURGER nachgewiesen,⁷ welche Entdeckung in Bezug auf die Makro- und Mikrozoosporen dieser Alge von DODEL-PORT bestätigt wurde;⁸

¹ CR. 1879. Conf. Bot. Ztg. 26. Sept. 1879. No. 39. S. 628.

² Beiträge zur näheren Kenntniss mikroskopischer Organismen. Abgedr. aus den Abhandl. der Senckenberg'schen nat. Gesellsch. Frankfurt a. M. 1858.

³ Ueber Palmellaceen und einige Flagellaten. AMA. VI. (1870) S. 422.

⁴ III. S. 50.

⁵ Ueber Palmellenzustand bei *Stigeoclonium*. Bot. Ztg. XXXIV. (1876) S. 70.

⁶ Ueber *Ulothrix zonata*, ihre geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung. Jahrb. d. wiss. Botanik. X. IV. (1876) 449.

⁷ Ueber Zellbildung und Zelltheilung. I. Aufl. 157.

⁸ Op. c. 448.

endlich auch von den Schwärmsporen der die Kartoffelkrankheit verursachenden *Peronospora infestans*, welche ganz so organisirt sind, wie der unter dem Namen *Heteromita* bekannte Flagellat, und bei welchen DE BARY die pulsirenden Vacuolen gleichfalls nachgewiesen hat.¹ Aus Alldem geht hervor, dass es wie Anderen, so auch STEIN nicht gelang, zwischen den thierischen und pflanzlichen Flagellaten Unterscheidungsmerkmale von allgemeiner Gültigkeit nachzuweisen, — und zwar offenbar darum nicht, weil es solche Unterschiede überhaupt nicht gibt.

Catallacten.

Unter dem Namen *Magosphaera Planula* hat HAECKEL einen eigenthümlichen marinen Protisten als Repräsentanten einer besonderen Gruppe, der *Catallacten* beschrieben; derselbe könnte, wie der Entdecker sagt, in den verschiedenen Lebensabschnitten bald für eine einzellige Alge, bald für eine *Volvocinee*, für einen *Flagellaten*, oder endlich für eine *Amoeba* gehalten werden.² Die *Magosphaeren* stellen im ersten Lebensabschnitte aus gelblichem Protoplasma bestehende runde Zellen dar, welche einen Durchmesser von 0.07 mm. besitzen, mit einem grossen Kern, und einer ziemlich starken, durchsichtigen Membran versehen sind; letztere ist an der Stelle, wo die Kugel an Algen haftet, von einer mykropyleartigen Oeffnung durchbrochen. In diesem eingekapselten Zustand sehen die *Magosphaeren* einzelligen Algen oder Thiereiern sehr ähnlich. — Wie ein holoblastisches Ei zerfällt diese Zelle durch regelmässige Theilung in 2, 4 . . . 32 Tochterzellen, welche nach dem Bersten der Membran eine Zeit lang noch vereinigt bleiben, und gleich einer Volvox-Kugel frei zu schwärmen beginnen. Die einzelnen Zellen dieser Familienkugel haben eine Glockenform und hängen im Mittelpunkt der Kugel durch schwanzförmige Fortsätze untereinander zusammen, gerade so, wie die Zellen von *Synura Uvella*; von den Individuen der *Volvocineen* unterscheiden sie sich neben dem gänzlichen Mangel von Chlorophyll auch noch dadurch, dass sie an den die Oberfläche der Familienkugel bildenden abgestutzten Enden mit zahlrei-

¹ HUXLEY, Die Grenzzone des Thier- und Pflanzenreichs. Uebers. von GÉZA HORVÁTH, Természettudományi Közlöny. Bd. IX. (1877) S. 70. (ungarisch).

² Studien über Moneren. 139.

chen, feinen und langen Flimmerhaaren bedeckt sind. Nachdem diese Kugeln eine Zeit lang wie *Volvocineen* oder Planularlarven in wälzender Bewegung geschwärmt haben, fallen die einzelnen Zellen auseinander; letztere enthalten ausser einem grossen Kern auch eine pulsirende Vacuole, haben eine den peritrichen Infusorien sehr nahe kommende Körperform, schwimmen noch eine Zeit lang munter umher, und verschlingen gierig Karminkörnchen. Später werden Schwanz und Cilien eingezogen, veränderliche Pseudopodien ausgeschickt, und das Verhalten gleicht vollkommen dem der wirklichen *Amoeben*. Wohl hat HAECKEL die Encystirung der letzteren nicht unmittelbar beobachtet, doch nimmt er an, dass sich die eähnlichen Kugeln aus den eine Zeit lang frei lebenden *Amoeben* entwickeln. Wenn der beschriebene Entwicklungsgang wirklich auf einen selbständigen Protisten sich bezieht, so verdient die hochinteressante Gruppe, welcher er angehört, gewiss den Namen *Catallacta*, d. i. *Vermittler* (καταλλάκτης = Vermittler), weil er zwischen verschiedene Protisten-Gruppen vermittelnd eintritt.

Noctilucen.

Schon seit 1836 sind von den Untersuchungen SURIARY's her die mit dem Namen *Noctiluca miliaris* bezeichneten kleinen Secorganismen bekannt, welche häufig die Meeresoberfläche in grosser Ausdehnung mit einer fingerdicken schleimigen Schicht bedecken, Nachts Licht ausstrahlen und das Leuchten der Europa umgebenden Meere hauptsächlich verursachen. Die *Noctiluca* wurde früher unter die *Hydromedusen* in die Familie der *Diphyiden* eingereiht, und es war wohl DUJARDIN der erste, der — nachdem DOYÈRE auf die Verwandtschaft der *Noctiluca* mit den *Gromien* hingewiesen — erklärte, dass die *Noctilucen*, als den *Peridineen* verwandt, unter die Infusorien einzureihen seien.¹ Durch neuere Untersuchungen wurde bestätigt, dass die einzellige *Noctiluca miliaris* einerseits mit den Rhizopoden, anderseits mit den Flagellaten verwandt ist, und eine besondere Classe (*Noctilucae aut., Cystoflagellata* Haeckel, *Myxocystodea* V. Carus) repräsentirt. Der kugelige oder nierenförmige Leib der *Noctiluca* hat etwa 1 mm. im Durchmesser, ist farblos, durchsichtig, mit einer feinen, structurlosen Mem-

bran bedeckt und wie eine Aprikose durch eine meridionale Furche getheilt, an deren einem Ende die Mundöffnung sich befindet; diese trägt einen aus chitinartiger harter Masse bestehenden, zugespitzten, zahnförmigen Fortsatz; daneben tritt ein feiner structurloser Geisselfaden und ein stärkerer, quergestreifter tentakelartiger Anhang hervor, welcher nach M. SCHULTZE an die Randfäden einer *Meduse*, der *Aeginopsis mediterranea* lebhaft erinnert;¹ letzterer bildet das eigentliche Ruderorgan der *Noctiluca*. Von der Mundöffnung führt eine trichterförmige Vertiefung in die Protoplasma-masse des Körpers, von welcher nach allen Richtungen radiäre Fortsätze ausgehen, welche, nach der Peripherie hin sich fein verästelnd, in der die Cuticularmembran des Leibes von Innen auskleidenden Protoplasmaschicht endigen und, den Pseudopodien der Phizopoden oder den radiären Plasmafäden der Pflanzenzellen vollkommen ähnlich, ein Protoplasma-gerüst bilden. Pulsirende Vacuolen sind nicht vorhanden; dagegen findet sich im Protoplasma ein grosser Kern eingebettet. Die verschlungene Nahrung — Diatomeen, Oscillarien, kleinere Crustaceen u. A. — wird, wie bei den Infusorien, in Vacuolen verdaut.

Bis zur jüngsten Zeit war die *Noctiluca miliaris* die einzige Vertreterin der Classe der *Noctilucen*, und erst im Winter 1876/7 gelang es RICHARD HERTWIG im Meerbusen von Messina einen jener nahe verwandten Organismus zu entdecken, welcher von ihm unter dem Namen *Leptodiscus medusoides* beschrieben wurde.² Diese eigenthümlichen Organismen sind den in die Familien der *Eucopiden* und *Trachynemiden* gehörigen kleinen *Medusen* so ähnlich, dass sie, wie HERTWIG sagt, auf den ersten Blick wohl ein jeder für Medusen halten würde. Der Leib erreicht die beträchtliche Grösse von 1,5 mm. im Durchmesser, ist kreisrund, hat in der Ruhe die Form eines flachen Uhrglases, mit nach aufwärts gekehrter Convexität, und nimmt vom Centrum gegen die Peripherie an Dicke ab. Beim Schwimmen wird der Leib, wie bei den Medusen, zur Glockenform contrahirt und durch den Rückprall des aus der Glocke herausgedrängten Wassers, gewissermassen pulsirend, rasch vorwärtsbewegt um, nachdem er durch einige rasch auf einander folgende kräftige Stösse

¹ Polythalamien. 38.

² Ueber *Leptodiscus medusoides*, eine neue den *Noctilucen* verwandte Flagellate. Jen. Z. XI. Neue Folge IV. III. (1877).

¹ Dictionnaire universel d'histoire naturelle. Paris 1849. VIII. 660.

hin- und hergeworfen wurde, wieder zu einer Scheibe zu verflachen und auf der Oberfläche des Wassers schwebend zu ruhen. Die Aehnlichkeit mit den Medusen wird dadurch noch ergänzt, dass im Saum der Scheibe in regelmässigen Abständen kleine kugelige Gebilde eingebettet sind, wie die sogenannten *Randorgane* (Randkörper) der Medusen, welche aber blos aus kleinen Protoplasma-Kügelchen bestehen. Hier hat aber auch die Uebereinstimmung mit dem Medusenleib ihr Ende. Im Inneren der Scheibe geht aus einer central gelegenen Protoplasma-masse — welche einen Kern ganz von der Structur wie bei *Spirochona gemmipara* in sich schliesst — gerade so, wie bei *Noctiluca*, ein Netzwerk von Protoplasmafäden aus, welches sich mit feinen Enden an die Cuticula der Scheibe anheftet. Von der convexen Oberfläche führen zwei excentrisch situirte und unter einem stumpfen Winkel von etwa 135° gegen einander verlaufende Röhren in das Innere der Scheibe; die eine ist ziemlich weit und entspricht offenbar dem Schlund; die andere hingegen ist eng, und von dieser geht ein feiner structurloser Geisselfaden aus. Im Ganzen genommen unterscheidet sich daher *Leptodiscus* von *Noctiluca* ausser durch die Form auch noch durch die Abwesenheit des Zahnes und des quergestreiften Tentakels.

Ciliaten im engeren Sinne.

Die auf dem höchsten Grade der Animalität stehenden Vertreter der Protisten, die *Ciliaten*, bildeten seit LEEUWENHOEK zu allen Zeiten den hauptsächlichsten Gegenstand der Forschung; infolge dessen wurden ihre charakteristischsten Repräsentanten schon in frühen Zeiten bekannt. Obschon die Kenntniss der Organisation und Fortpflanzung der Ciliaten durch die Forscher der neueren Zeit mit zahlreichen werthvollen Beobachtungen bereichert, und obschon von dem bis zu seinem Tode (1876) thätigen EHRENBURG, dann von STEIN, CLAPARÈDE und LACHMANN, ENGELMANN, COHN, WRZESNIEWSKI u. A. viele neue Arten beschrieben wurden: so gehören diese doch grossentheils zu den bereits bekannten Gruppen der Ciliaten, und es befinden sich darunter wenig Repräsentanten von Familien, die von den bereits bekannten mehr-weniger wesentlich abweichen. Zu den letzteren gehört die von STEIN aufgestellte Familie der *Spirochonen* mit zwei Arten: *Spirochona gemmipara* und *Sp. Scheutenii*.¹ Erstere wurde von

STEIN auf den Kiemenblättern des so viele interessante Süsswasser-Infusorien beherbergenden *Gammarus Pulex* entdeckt, die zweite aber von dem Kaufmann SCHEUTEN zu Amsterdam auf den in Brackwasser lebenden *Gammaren* und zwar an den Borsten der Postabdominalfüsse. Die *Spirochonen* sind an einem kurzen starren Stiel sitzende, der Körperform nach den *Ophrydinen* oder den länglichen *Opercularien* ähnliche, aber ganz starre Infusorien, aus deren freiem, oberen Körperende ein mit Flimmerhaaren besetzter, spiralig gewundener, membranöser Kragen hervortritt; auch bezüglich der Situation der einzigen pulsirenden Vacuole und des Schlundes, sowie bezüglich der Structur des letzteren stimmen sie mit den *Vorticellinen* ziemlich überein; dagegen ist der einzige Kern kugelig, oder oval, mit einem randständigen Kernkörperchen, wie bei vielen *Oxytrichinen*, häufig durch eine spaltförmige Vacuole getheilt. STEIN hält die *Spirochonen* für Vertreter einer besonderen Familie in der Ordnung der *Peritrichen*.

Eine andere, von STEIN aufgestellte und gleichfalls zu den *Peritrichen* gezählte interessante Familie wird durch die *Ophryoscolecinen*, mit den Gattungen: *Ophryoscolex* (*O. Purkinjei* und *O. incermis*) und *Entodinium* (*E. bursa*, *E. dentatum* und *E. caudatum*) gebildet.¹ Auf den ersten Blick erinnern die *Ophryoscolecinen* sehr an kleine Rotatorien und offenbar wurden sie auch mit diesen häufig verwechselt; * im Uebrigen stehen sie den *Spirochonen* und *Vorticellinen* nahe, sind aber nicht fixirt. Der bei *Ophryoscolex* langgestreckte, wurmförmige, bei *Entodinium* ovale, abgeplattete Leib ist mit einer starren Cuticula bedeckt und vorne mit einem manchettenartig zum Vorstrecken und Zurückziehen eingerichteten und mit starken Borsten umsäumten Wirbelorgan ausgestattet; an der Basis des letzteren befindet sich die Mundöffnung, am hinteren Körperende aber der After, unter welchem bei *Ophryoscolex Purkinjei* ein aus starren Borsten gebildeter schwanzförmiger Fortsatz hervortritt; bei den *Ophryoscolecinen* legt

¹ Lotos, IX. Prag 1859. Ferner: Abh. der k. böhm. Gesellsch. der Wiss. X. (1858). Conf. LEUCKART's Bericht. AN. 26. Jahrg. II. (1860) 250.

* So behauptet z. B. ZÜRN, im Blinddarm von Pferden Rotatorien gefunden zu haben. (Die Schmarotzer auf und in dem Körper der Haussäugethiere. II. Theil. Weimar. 1874. S. 443); dieser Befund bezieht sich ohne Zweifel auf irgend eine *Ophryoscolecine*.

¹ ZWZ. III. (1852) 485. Ferner: Die Inf. 206.

sich um die Mitte des Körpers am Rücken und an den Seiten ein Gürtel von starken Borsten, welcher den *Entodiniën* abgeht. Der Kern ist ei- oder bandförmig, mit seitenständigem Kernkörperchen; die Zahl der pulsirenden Vacuolen beträgt 2 oder mehr. Die *Ophryoscolleinen* sind mit der zur Familie der *Parameciën* gehörigen *Isotricha intestinalis* ständige Bewohner des Pansens der Wiederkäuer und des Blinddarmes der Pferde, wo sie in so grossen Mengen vorhanden sind, dass nach WEISS auf jedes Gramm Mageninhalt 15 bis 20 Individuen entfallen, die dem Gewichte nach etwa $\frac{1}{4}$ des Mageninhaltes betragen.¹ Von diesen im Pansen lebenden Infusorien wurde zwar von DELAFOND und GRUBY bereits im Jahre 1843 Erwähnung gethan,² ihre genauere Kenntniss verdanken wir aber, wie erwähnt, STEIN.

Die dritte von STEIN aufgestellte neue Familie der *Peritrichen*, nämlich die *Gyrocoriden*, werden durch *Gyrocoris oxyura*, ein bizarr geformtes Infusionsthierchen repräsentirt, welches in Sümpfen zwar nicht häufig, aber dann stets in grossen Mengen angetroffen wird. Es wurde von STEIN in der Umgebung von Niemeck und Prag, von mir in der Klausenburger Gegend in Schwefelwasserstoff exhalirendem Sumpfwasser, wo *Beggiatoen* wuchern, wiederholt gefunden; wie STEIN, fand auch ich es stets in der Gesellschaft von *Metopus Sygmoïdes*. Der Leib von *Gyrocoris* ist birnenförmig und setzt sich in einen spitzen Schwanz fort. Der steife Leib ist von einem membranösen, parabolisch-glockenförmigen Mantel umgeben, in welchem er wie der Klöppel in der Glocke sitzt, hinten aber etwas herausragt; von dieser Glocke wird an der Bauchseite ein longitudinales, sichelförmiges, schmales Feld freigelassen, von welchem sehr lange Flimmerhaare entspringen; auf demselben Felde befindet sich ein Bogen von kürzeren Cilien, welche zur Mundöffnung führen. Das Hinterende des Körpers enthält eine grosse pulsirende Vacuole und drei bis vier ovale Kerne. Zu erwähnen ist noch, dass an der dorsalen, d. h. dem Mund entgegengesetzten Seite des vorderen Körpertheiles ein aus dunklen Körnchen gebildeter augähnlicher Fleck vorhanden ist.

Endlich hat STEIN im Jahre 1862 auf der 37. Ver-

sammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Karlsbad unter dem Namen *Peritromus Emmae* ein bei Wismar in der Ostsee entdecktes, zur Ordnung der *Hypotrichen* gehöriges Infusionsthier beschrieben, welches der einzige bisher bekannte Vertreter einer neuen, die *Oxytrichinen* mit den *Chlamyodonten* verbindenden Familie (*Peritromina*) ist. *Peritromus* hat die Form von *Krona Polyporum*; durch die Structur des Mundes und des Peristoms, sowie infolge des doppelten Kernes stimmt er mit den *Oxytrichinen* überein, während die Bauchfläche, wie bei den *Chlamyodonten*, mit dicht stehenden, gleich langen, feinen Cilien bedeckt ist. Höchst auffallend und fremdartig ist das Betragen des *Peritromus* bei irgend einer Beunruhigung: sein Leib schnellt nämlich gegen den Mittelpunkt krampfhaft zusammen und gleicht dann einer zusammengeknütterten Lamelle.¹

JOHANNES MÜLLER hat anlässlich der Beschreibung von *Pentacrinus Caput Medusae* schon im Jahre 1841 von sehr niedlichen, kanzelförmigen Kieselpanzern Erwähnung gethan und dieselben auch abgebildet; er fand sie im Darminhalt von *Alecto* (= *Comatula*) *europaea* in grossen Mengen.² EHRENBURG hat in ähnlichen Kieselgebilden die Schalen gewisser Magenthierchen, der *Dictyocysten* erkannt und im Jahre 1854 drei Arten der genannten Infusorien sehr kurz beschrieben.³ HAECKEL konnte theils im Meerbusen von Messina, theils in der Nähe von Lanzarote, einer der canarischen Inseln, mehrere mit den EHRENBURG'schen *Dictyocysten* nahe verwandte Infusorien genauer untersuchen, und bildete aus ihnen zwei neue Familien, die der *Dictyocystiden* und der *Codonelliden*, welche er im Jahre 1860 auf der zu Königsberg tagenden Wanderversammlung deutscher Naturforscher und Aerzte nur kurz, im Jahre 1873 aber ausführlich beschrieb.⁴ Sowohl die *Dictyocystiden* als die *Codonelliden* stehen sehr nahe zu den *Tintinnoden*, von welchen die Infusorien selbst nur durch das complicirtere, von HAECKEL aber unzureichend studirte Wirbelorgan sich zu unterscheiden scheinen. Der Leib ist am Grunde eines eigenthümlichen Gehäuses fixirt, in welches er rasch zusammenschnellend sich ganz

¹ Specielle Physiologie der Haussäugethiere. II. Aufl. Stuttgart. (1869) 132.

² Recueil de Médecine vétérinaire pratique. Paris, 1843. Conf. WEISS, l. c. S. 131.

¹ Der Org. II. 365.

² Abh. d. Berl. Akad. 1841. S. 233. Taf. XI. Fig. 6.

³ Monatsber. d. berl. Akad. 1854. S. 236. Conf. HAECKEL, l. c.

⁴ Jen. Z. VII. IV. (1873). 361.

retrahiren kann; dieses Gehäuse wird beim sehr raschen Schwimmen in der offenen See, wie von den meisten *Tintinnoden*, mitgeschleppt. Die Schale der *Dictyocystiden* ist von der denkbar elegantesten Form und Structur, sie besteht aus reiner Kieselsäure und ist den Schalen gewisser Radiolarien, namentlich der *Cyrtiden* so ähnlich, dass HAECKEL sagt, er habe die leeren Schalen, bevor er ihre In-sassen kannte, für Radiolarienschalen gehalten. Diese Schalen sind bei allen bekannten Arten mehr oder weniger einer Glocke, einem Helm, oder einer feingeschnitzten Kanzel ähnlich; vorne mit weiter Oeffnung, laufen sie nach hinten meist spitz zu und sind je nach den einzelnen Arten von verschiedenen geformten, grossen und vertheilten Lücken aufs niedrigste durchbrochen. Auch bei den *Codonelliden* ist die Schale glockenförmig, aber undurchbrochen und scheint aus einer an Kieselsäure sehr reichen chitinartigen Masse zu bestehen, welche bei einigen Arten in ein zierliches Mosaik kleiner Felder eingetheilt, bei anderen im vorderen Theil zierlich geringelt ist, im hinteren Theil aber Kieselstücke von unregelmässiger Gestalt enthält.

HAECKEL erachtet es für wahrscheinlich, dass die von CLAPARÈDE und LACHMANN beschriebenen zahlreichen *Seewasser-Tintinnoden* theilweise den *Codonelliden* angehören.

Sauginfusorien (Suctorien) oder Acinetinen.

Neuere Forschungen ergaben, dass mit den Ciliaten in sehr naher Verwandtschaft eine andere, hochinteressante Protistengruppe steht, welcher von früheren Forschern, nach mangelhafter Kenntniss weniger Formen, bald hier, bald dort der Platz im System angewiesen wurde. Ich meine hier die *Acinetinen* oder wie sie von CLAPARÈDE und LACHMANN genannt wurden, die *Sauginfusorien* (*Suctoria*, *Infusoi-res suceurs*). Wie bereits erwähnt, hat EHRENBURG von den ihm bekannten fünf *Acinetinen* drei anhangsweise zu den *Bacillarien* und zwei neben *Actinophrys* in die Familie der *Enchelinen* eingereiht, gleichzeitig hervorhebend, dass sie alle wahrscheinlich zu einer Familie, zu der der *Acinetinen* werden zu vereinigen sein. Von DUJARDIN und PERTY wurden die Gattungen *Acineta* und *Podophrya* unter die *Rhizopoden* in die Familie der *Actinophryinen* eingetheilt; ja es wurde sogar die ungestielte Form der *Podophryinen* selbst von STEIN im Jahre 1854

noch für identisch mit *Actinophrys Sol* betrachtet.¹ LACHMANN gebührt das Verdienst, durch eingehende Untersuchungen nachgewiesen zu haben, dass die zumeist mit einem Kügelchen endigenden fadenförmigen Fortsätze, welche von der ganzen Oberfläche der *Acinetinen* oder nur von einzelnen Stellen ausstrahlen und vorgestreckt und eingezogen werden können, der Structur und physiologischen Function nach von den Pseudopodien der Rhizopoden ganz und gar verschieden sind, indem sie zum Aussaugen der daran wie an Leimruthen hangen gebliebenen Infusorien dienen, also *Saugfortsätze* oder *Saugfüsse* (Tentakeln) sind, denen entsprechende Organe weder bei den Rhizopoden, noch bei den Flagellaten und Ciliaten angetroffen werden.² Die Richtigkeit dieser Entdeckung wurde von allen späteren Forschern bestätigt, und durch die Untersuchungen von CLAPARÈDE und LACHMANN, sowie von STEIN wurde nachgewiesen, dass diesen mit Saugfüssen versehenen Infusorien sehr viele bisher unbekannte Formen angehören, welche von CLAPARÈDE und LACHMANN in acht Genera zusammengefasst³ und zwischen den Flagellaten und Ciliaten als eigene Ordnung: *Suctoria* mit der einzigen Familie *Acinetina* untergebracht wurden. Nachdem STEIN die Acineten-Theorie, welche in den fünfziger Jahren den Mittelpunkt seiner Forschungen bildete und eine Zeit lang zur Annahme einer Entwicklung der Infusorien durch Generationswechsel führte, im Jahre 1867 offen und ausdrücklich zurückzog, erklärte er eine Trennung der *Acinetinen* in wenigstens drei Familien für nothwendig, nämlich in die folgenden: *Acineta* (*Acineta*, *Podophrya*, *Urnula*, *Dendrosoma*, mit den CLAPARÈDE und LACHMANN'schen *Trichophrya* vereinigt; ausser diesen ist aber auch noch *Sphaerophrya*, welche von STEIN für Embryonen von *Oxytrichinen* angesehen wurde hieher zu zählen), *Ophryodendrea* (*Ophryodendron* Cl. et Lachm. = *Corethria* St. Wright), und *Dendrocometida* (*Dendrocometes* und *Stylocometes*).⁴

Beim heutigen Stand unserer Kenntnisse kann mit Bestimmtheit behauptet werden, dass die *Acinetinen* oder *Suctorien*, wie oben bereits hervorgehoben wurde, mit den Ciliaten am nächsten verwandt sind.

¹ Die Inf. 140.

² AAP. 1856.

³ Études. II. 381.

⁴ Der Org. II. S. 143.

Ganz abgesehen davon, ob die *Vorticellinen* unter gewissen Verhältnissen zu *Acinetinen* sich umwandeln können, wie von STEIN zu Anfang seiner Forschungen angenommen wurde, — welche Möglichkeit derzeit nicht ganz ausgeschlossen erscheint; abgesehen auch davon, ob die sogenannten acineten-förmigen Embryonen der Ciliaten wirkliche Ciliaten-Embryonen sind, wofür sie von STEIN auch jetzt noch gehalten werden, oder ob es parasitische *Acinetinen* sind, welche in Ciliaten eingedrungen und hier rasch sich vermehrt hatten, — welche Version heute zu Tage die meisten Anhänger für sich hat; von diesen Fragen ganz abgesehen und nur die Organisation der vollkommen entwickelten *Acinetinen* und ihrer Embryonen als Grundlage angenommen: ist die innige Verwandtschaft mit den Ciliaten unverkennbar. Die durch innere oder äussere Knospenbildung zu Stande gekommenen Embryonen der *Acinetinen* sind mit dreien der von STEIN aufgestellten Ciliaten-Ordnung bezüglich der Anordnung der Cilien so sehr übereinstimmend, dass sie von Jedem, der ihren weiteren Entwicklungsgang nicht kennt, unbedingt zu den letzteren gezählt würden. Gewisse *Acinetinen* beginnen ihr Leben als peritriche, andere als hypotriche, wieder andere als holotriche Infusorien.

Die mit Ciliengürteln versehenen Embryonen oder Schwärmer der *Acinetinen* und die frei umherschwimmenden Sprossen der *Vorticellinen* sind in Gestalt und Organisation dermassen übereinstimmend, dass sie selbst durch das geübteste Auge nicht können unterschieden werden; dieselbe überraschende Uebereinstimmung besteht zwischen den holotrichen Acineten-Schwärmern und den *Enchelinen*, namentlich den Gattungen *Enchelys* und *Holophrya*. Dabei gibt es aber natürlich auch einen wesentlichen Unterschied, darin bestehend, dass bei den *Vorticellinen* und *Enchelinen* ein gut entwickelter und zur Aufnahme fester Nahrung dienender Mund und Schlund vorkommt, welcher den Acineten-Schwärmern abgeht, oder richtiger — da er rudimentär vorhanden ist — zu mangeln scheint; bei den Schwärmern von *Dendrocometes paradoxus* wurde nämlich von STEIN ein schlundartiges Organ entdeckt, welches seiner Stelle, seinem Verlauf und der Structur nach dem Schlunde der durch äussere Knospenbildung erzeugten Schwärmer von *Spirochona gemmipara* vollkommen entspricht, was umso auffallender ist, als beide mit einander auf den Kie-

menlamellen von *Gammarus Pulex* leben.¹ Die Anwesenheit dieses schlundförmigen Organes kann ich nach eigenen Untersuchungen nur bestätigen. Desgleichen kann nach STEIN ein mit dem Schlund der *Vorticellinen* scheinbar identisches Organ auch bei den Schwärmern von *Acineta mystacina* und manchmal bei denen von *Podophrya fixa* und *libera* unterschieden werden. Ferner erwähnen CLAPARÈDE und LACHMANN auch bei der Beschreibung von *Podophrya Troll* eines schlundartigen Organes;² endlich hat RICHARD HERTWIG, der in Bezug auf die Verwandtschaft der *Acinetinen* und *Ciliaten* dem Schlunde der Acineten-Schwärmer mit Recht ein grosses Gewicht zuschreibt, bei den von ihm sehr genau studirten Schwärmern von *Podophrya gemmipara* gleichfalls ein constant vorhandenes schlundartiges Organ gefunden.³ Des Weiteren erwähnt STEIN, dass die Schwärmer mehrerer *Acinetinen* (*Acineta solaris*, *A. tuberosa*, *A. Astaci*, *A. mystacina*, *Podophrya fixa*) mit einem eigenthümlich mundförmigen Saugscheibchen versehen sind, aus welchem nach definitivem Anhaften der Stiel herauswächst;⁴ ähnliche Saugscheiben fand STEIN am vorderen Körperende bei den angeblichen Embryonen von *Bursaria truncatella*,⁵ und ich konnte ähnliche wulstige und ganz an die aufgeworfene Lippe gewisser *Enchelinen* erinnernde Scheibchen bei den holotrichen Embryonen der von mir beschriebenen *Salzwasser-Acinete* an dem beim Schwimmen nach vorne gekehrten Körperende beobachten⁶ und mich überzeugen, dass diese Scheibchen von den Schwärmern, wenn sie während des ungestümen Schwimmens für Momente ausruhen, als wirkliche Saugscheiben zum Fixiren benutzt werden. So wie der rudimentäre Mund und Schlund der vorhin erwähnten Acineten-Schwärmer mit dem entsprechenden Organ der *Spirochoneen* (*Dendrocometes paradoxus*), resp. *Vorticellinen* (*Podophrya* und *Acineta mystacina*) und *Parameciinen* scheinbar übereinstimmt: eben so verhält sich auch das Scheibchen der zuletzt erwähnten Acineten-Schwärmer zu dem Lippenwulst der *Enchelinen*. Welche Erklärung soll nun dem Vorhandensein dieses rudimentären Mundes oder Rachens gegeben

¹ ZWZ. III. 495. Ferner: Die Inf. S. 214.

² Études. III. S. 129.

³ MJ. I. (1875), S. 44.

⁴ Der Org. I. 105.

⁵ Der Org. II. 306.

⁶ ermészetrajzi Füzetek. II. Hft 4.

werden? Meines Dafürhaltens hat HERTWIG den Nagel auf den Kopf getroffen, indem er sich diesbezüglich in folgenden Worten äussert: «Bei *Podophrya gemmipara* beobachtete ich, dass sich eine röhrlige Einstülpung in einer ganz bestimmten Lagerung bei allen Schwärmern entwickelt. Es gleicht diese Bildung vollkommen dem Cystostom* der Ciliaten und ist wie dieses mit Wimpern versehen und von einer Fortsetzung der Skeletmembran ausgekleidet. Demgemäss kann man daran denken, dass sich wie in so vielen Fällen so auch hier in der Form des Entwicklungszustandes Anklänge an früher bestandene, beim ausgebildeten Thiere rückgebildete Organisationsverhältnisse erhalten haben, dass der bewimperte, mit einem Cystostom versehene Schwärmer die ontogenetische Recapitulation eines mit einem echten ciliaten Infusorium übereinstimmenden Stadiums ist, welches phylogenetisch einmal von der ganzen Acinetenclasse durchlaufen wurde.»¹

Für die Berechtigung dieser Annahme scheint das von STEIN unter dem Namen *Actinobolus radians* beschriebene bizarr organisirte Infusionsthier zu sprechen.² Der kugelige oder umgekehrt eiförmige Leib dieses Ciliaten ist am vorderen Ende mit einer, auf einer warzenförmigen Erhebung sitzenden Mundöffnung, am hinteren aber mit der einzigen pulsirenden Vacuole und einer Afteröffnung versehen; der ziemlich lange, strangförmige Kern ist unregelmässig gekrümmt; endlich ist die ganze Körperoberfläche gleichmässig mit Cilien bedeckt (holotrich). Diesen Organisations-Verhältnissen gemäss würde also *Actinobolus* von einer *Encheline* in nichts verschieden sein; dazu gesellt sich aber ein unleugbarer *Acineten-Charakter*, der nämlich, dass an der ganzen Oberfläche zwischen den Cilien Tentakeln oder Saugfüsse hervorgestreckt werden, welche, wie bei den *Acineten* beträchtlich verlängert, dann aber auch wieder spurlos in die Körpersubstanz zurückgezogen werden können. HERTWIG spricht dieses Infusionsthier, welches von STEIN in die Familie der *Enchelinen* eingetheilt wurde, für einen *Acineten-Schwärmer* mit constanter Mundöffnung an,³ welche Ansicht, meines Erachtens, kaum für unberechtigt zu halten ist.

* Cystostoma = Zellmund, ein von HAECKEL eingeführter Ausdruck.

¹ L. cit. 77.

² Der Org. II. 169.

³ L. cit. S. 78.

In der citirten Arbeit habe ich selbst die vollkommene Uebereinstimmung hervorgehoben, welche bezüglich der Organisation zwischen den holotrichen Embryonen der in Salzseen lebenden *Acineta* und eines in Gemeinschaft mit dieser lebenden echten Ciliaten besteht; ich betonte ferner, dass das letztere, mit dem von COHN im Seewasser gefundenen *Placus striatus* offenbar identische Infusorium wahrscheinlich nichts anderes ist, als ein *Acineten-Schwärmer*, bei dem der rudimentäre Mund zu einem wirklichen sich entwickelt hat, demnach mit dem STEIN'schen *Actinobolus* in dieselbe hochinteressante Infusorien-Gruppe gehört. Endlich gedachte ich der Möglichkeit, dass zahlreiche Vertreter der *Enchelinen* und *Trachelinen*, sowie vielleicht auch die *Opalininen* lediglich zur *Selbständigkeit* gelangte *Acineten-Schwärmer* sind, bei deren einem Theile, nämlich bei den *Enchelinen* und *Trachelinen*, ein temporäres Organ der Schwärmer, nämlich der rudimentäre Mund, zu einem echten Mund sich entwickelt hat. Dass die Cilien bei *Acineta*, welche im regelmässigen Entwicklungsgang nur zeitweilig vorhanden sind, und nach dem Festsetzen verschwinden, auch persistiren könnten, darf uns nicht im Geringsten Wunder nehmen, nachdem bekannt ist, dass bei den gestielten *Acineten*, wenn sie sich unbehaglich fühlen (was z. B. dann eintritt, wenn sie in einem Tropfen längere Zeit hindurch gehalten werden) die Oberfläche aufs Neue mit Cilien sich bedecken kann, worauf die *Acineten* vom Stiele sich ablösen, die Saugfüsse einziehen und als holotriche Infusorien zu schwärmen beginnen; dieser Vorgang wird durch die von HERTWIG¹ und MAUPAS über *Podophrya fixa* mitgetheilten Untersuchungen bewiesen, und der letztere Forscher bemerkt mit Recht, dass *Podophrya fixa* ihren Species-Namen nicht verdient, da sie nach Belieben bald schwärmt, bald wieder sich niederlässt, weshalb er sie für einen zu den Ciliaten führenden Uebergang hält.² Solche holotriche *Acineten* können von *Enchelinen* oder gar von *Opalininen* absolut nicht unterschieden werden; darum wird auch die von STEIN neuestens ausgesprochene Ansicht, wonach den bisher bald hier bald dort eingetheilten *Opalininen* der natürliche Platz neben den *Acinetinen* anzuweisen sei,³ kaum einem Widerspruch begegnen.

¹ L. cit. S. 78.

² CR. 83. (1876) 910.

³ Der Org. III. 23.

Nach den obigen Erörterungen glaube ich ohne Zögern aussprechen zu dürfen, dass die *Acinetinen* oder *Suctorien* zu den Ciliaten in so inniger Verwandtschaft stehen, dass sie am passendsten mit diesen in eine Gruppe zusammengefasst werden können.

Kreis der thierischen Protisten.

Ein Rückblick auf die obigen Darlegungen und die Berücksichtigung der grossen Anzahl neuentdeckter Arten, mit welchen die Kenntniss von den mit mehr-weniger Wahrscheinlichkeit für Thiere zu haltenden Protisten, das heisst von den früher allgemein *Infusorien*, seit v. SIEBOLD aber *Protozoën* genannten niedersten Organismen bereichert wurde, — sowie der schon seit langem her bekannten Formen, deren Zugehörigkeit zu den Protisten durch neuere Untersuchungen nachgewiesen wurde, führt zum Ergebniss, dass sie in überwiegender Mehrzahl in die durch die *Rhizopoden*, *Flagellaten* und *Ciliaten* repräsentirten drei Hauptgruppen oder Classen können eingetheilt werden, welche schon im DUJARDIN'schen System, zwar verhüllt, aber thatsächlich enthalten waren; nur von den *Gregarinen*, *Noctilucen*, sowie den sehr wenig bekannten *Labyrinthulaceen* und *Catallacten* kann es noch zweifelhaft sein, welcher Platz ihnen gebührt. Die *Labyrinthulaceen* wären vielleicht nur vorläufig als Vertreter einer besonderen Classe neben die *Rhizopoden* einzureihen. Unter den *Gregarinen* stehen die *Monocystiden* den *Amoeben* gewiss sehr nahe, und auch der Entwicklungsgang sämtlicher *Gregarinen* spricht für diese Verwandtschaft. Die *Noctilucen* scheinen der Organisation nach in mancher Hinsicht mit den *Flagellaten* und *Rhizopoden* verwandt zu sein; in anderen Beziehungen sind sie wieder so wesentlich verschieden und nehmen eine so abgesonderte Stellung ein, dass sie ohne Zwang weder zu den Flagellaten, noch zu den Rhizopoden können gezählt werden, weshalb es am zweckmässigsten erscheint, ihnen zwischen den beiden genannten Classen eine besondere Classe anzuweisen. Endlich ist der einzige Vertreter der *Catallacten* so mangelhaft bekannt, dass sie derzeit nur anhangsweise können aufgenommen werden, definitiv aber erst dann, wenn es durch weitere Untersuchungen erwiesen sein wird, dass die aus dem bewimperten Individuen von *Magosphaera* sich entwickelnden Rhizopoden nach der Encystirung in der That wieder zu *Magosphaera* sich umwandeln, was von HAECKEL bisher nur vermuthet wird.

«Unsere Systeme sind immer nur der getreue Reflex von dem jedesmaligen Standpunkte der Kenntnisse, welche wir uns von den gesammten morphologischen Verhältnissen der einzelnen Lebensformen erworben haben. Mit jeder tieferen Einsicht, die wir hier gewinnen, und mit jeder Entdeckung neuer Lebensformen, die nicht nach dem Plane der bekannten gebaut sind, muss das System mehr oder weniger beträchtliche Modificationen erfahren».¹

Dies vor Augen haltend, sowie die zahlreichen Systeme der neueren Zeit berücksichtigend, nach Gebühr würdigend und verwerthend, wird der derzeitige Stand unserer Kenntnisse von den nach Art der Thiere sich nährenden Protisten am besten durch folgende Systematische Gruppierung ausgedrückt:

*Typus: Protista animalia seu Protozoa.**

Animalische Urwesen.

Classis I. *Gregarinae* DUFOUR.

- { Ordo 1. *Monocystida* STEIN.
- " 2. *Gregarinaria* STEIN.

Classis II. *Rhizopoda* DUJARDIN.

- { Ordo 1. *Polythalamia* BREYN.
- " 2. *Monothalamia* M. SCHULTZE.
- " 3. *Radiolaria* J. MÜLLER.
- " 4. *Heliozoa* HAECKEL.

(Classis III. *Labyrinthuleae* CIENKOWSKI.)

(Classis IV. *Catallacta* HAECKEL.)

Classis V. *Noctiluca* (SURIARY) autor.

Classis VI. *Flagellata* (DUJARDIN) COHN.

- { Ordo 1. *Nudiflagellata* HAECKEL.
- " 2. *Cilioflagellata* CLAPARÈDE et LACHMANN.

Classis VII. *Ciliata* (DUJARDIN) J. MÜLLER.

Cohors A) *Suctoria* CLAP. et LACHM.

- { Ordo 1. *Acinetina* EHRENBURG.

Cohors B) *Stomatoda* v. SIEBOLD.

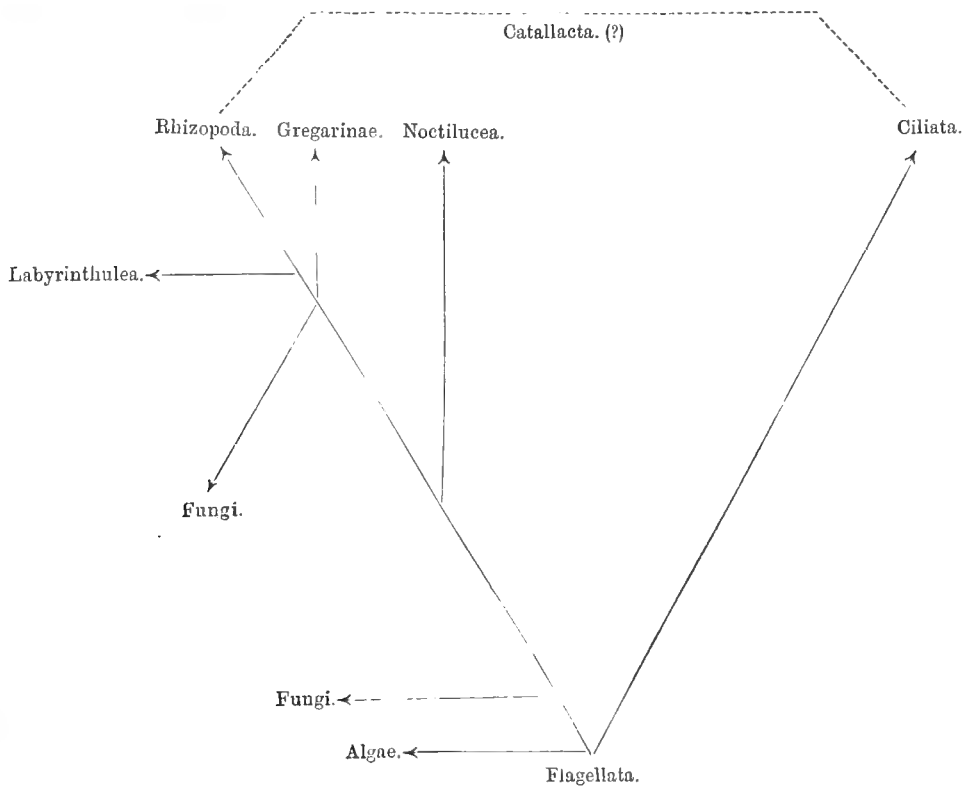
- { Ordo 2. *Holotricha* STEIN.
- " 3. *Heterotricha* STEIN.
- " 4. *Hypotricha* STEIN.
- " 5. *Peritricha* STEIN.

¹ STEIN II. S. 169.

* Zum Theil synonym: *Animalcula* LEEUWENHOEK; *Infusionsthierlein* LEDERMÜLLER; *Animalcula Infusoria* (WRISBERG) O. FR. MÜLLER; *Protozoa* GOLDFUSS; *Chaotica*, *Cryptozoa* autor.; *Microscopiques et Psychodiales* BARY DE ST. VINCENT; *Polygastrica* EHRENBURG; *Infusoires* DUJARDIN; *Protozoa* v. SIEBOLD; *Prothelminthes* DIESING; *Archezoa* PERTY; *Amorphozoa* BONN; *Protoctista* HOGG; *Primalia* VILSON et CASSIN; *Protista* HAECKEL; *Protorganismen* J. V. CARUS; *Sarcocoea* SCHMARDT; *Microzoaires* E. DE FROMENTEL; *Protorganismes animaux* MAUPAS.

Den Zusammenhang und die Verwandtschaft dieser Gruppen unter einander und mit den niedersten

Pflanzen möge folgende Zusammenstellung versinnlichen.



II. FORTSCHRITTE IN DER KENNTNISS DER ORGANISATION.

Morphologischer Werth des Protistenleibes.

Die EHRENBURG'sche Lehre von der hohen Organisation, die SARCODE-Theorie DUJARDIN's, dann die EINZELIGKEITS-Theorie von v. SIEBOLD und KÖLLIKER: diese einander widersprechenden und einander scheinbar geradezu ausschliessenden Ansichten sind als strittiges Vermächtniss auf die jüngste Periode der Protisten-Forschung übergekommen, von der sie die Lösung durch neuere Detailuntersuchungen erwarteten.

Wie oben gezeigt wurde, ist von DUJARDIN die SARCODE-Theorie auf Studien über die für *Kephalopoden* gehaltenen *Polythalamien* gegründet worden. MAX SCHULTZE, dessen Verdienste um die Reform der Zellenlehre unvergänglich sind, war der Erste, welcher die Controverse über die SARCODE gleichfalls auf Grundlage von Studien über *Polythalamien* zu entscheiden suchte. Die Untersuchungen dieses ausgezeichneten Forschers hatten zum Ergebniss, dass der Leib der *Polythalamien* thatsächlich aus SARCODE besteht, und aus der nämlichen SAR-

CODE bestehend fand SCHULTZE auch den Leib der *Rhizopoden*.¹ — SCHULTZE gebührt auch das Verdienst, die Identität der SARCODE mit der lebendigen Substanz, dem PROTOPLASMA der Thier- und Pflanzenzelle nachgewiesen zu haben;² es fehlt mithin jeder Grund für eine besondere Bezeichnung, welche von Anfang an mit der Zellentheorie im Widerspruch stand, vielmehr ist es wünschenswerth, dieselbe mit einer anderen zu vertauschen, welche den Triumph der Zellentheorie, selbst über die niedersten Wesen in sich birgt.³ Da nun aber die den Protistenleib bildende SARCODE mit dem PROTOPLASMA vollkommen identisch ist, und die einfachsten Zellen, z. B. die sogenannten Furchungskugeln nicht — wie nach der SCHLEIDEN-SCHWANN'schen Theorie — Zellenflüssig-

¹ Polythalamien.

² AN. 26. I. (1860). Ueber Muskelkörperchen und das, was man eine Zelle zu nennen habe. AAP. 1861. — Ueber PROTOPLASMA der Rhizopoden und der Pflanzenzellen. 1863.

³ AN. 26. I. (1860) 302—3.

keit und Kerne enthaltende Bläschen, sondern nach SCHULTZE's Definition einen Kern einschliessende Protoplasmaklumpchen* sind: so konnte er behaupten, dass die einfachsten Repräsentanten der Protisten, wie Amöben und Gregarinen welche in der That nichts weiter, als kernhaltige Protoplasmaklumpchen — mithin einzellige Organismen sind. — Für die höheren *Rhizopoden* hält SCHULTZE die Bildung durch Verschmelzen mehrerer, durch die persistirenden Kerne angedeuteter Zellen, wie bei den Plasmodien der *Myxomyceten*, für wahrscheinlich; sie wären daher *potentia* mehrzellig, *re vera* aber nicht aus mehreren Zellen zusammengesetzt, da die Protoplasmakörnchen nicht an einen gewissen Kern gebunden sind, sondern vom Kern *a* zum Kern *x*, *y* und *z* wandern können; das Protoplasma bildet mithin einen einzigen Leib. Für sämtliche *Protozoën* hält SCHULTZE die Tendenz der Zellen, insgesamt oder in einer gewissen Ausdehnung zu grösseren Protoplasmamassen zusammen zu fliessen, für charakteristisch.¹ Bei manchen höheren *Rhizopoden*, wie z. B. bei den *Radiolarien*, besteht nur die Rindenschicht aus zusammengeflossenem Protoplasma; im Innern bewahren die einzelnen Zellen ihre Selbstständigkeit. Andererseits erhalten sich bei anderen *Protozoën* eben die Zellen der Rindensubstanz mehr-weniger selbstständig, wie z. B. bei den Infusorien, während das Innere mit dem Protoplasma vollkommen zusammengeflossener Zellen erfüllt ist. Indessen — sagt SCHULTZE weiter — gestattet die Theorie auch die Einzelligkeit der Infusorien anzunehmen. Die Zellen können an der Oberfläche mit Cilien bedeckt sein, sie können aus einer verdichteten Rinden- und aus einer weicheren Marksubstanz bestehen, welche Vacuolen, Kerne, die verschiedensten Körperchen, Pigmentbläschen u. A. enthalten kann. Auch ist es, nach dem Beispiel der jungen Muskelfaserzellen, möglich, dass die peripherischen Partien des Protoplasmas bereits in Muskelsubstanz umgewandelt sind, während das Innere der Zelle noch durch gewöhnliches Protoplasma eingenommen wird. Dass im Inneren der Zelle pulsirende Vacuolen entstehen können, bedarf wohl noch weiterer Untersuchungen, erscheint aber nicht mehr als

unwahrscheinlich. Dass endlich eine Zelle — in diesem Fall also ein mit Cilien bedecktes und mit einer verdichteten Rindensubstanz versehenes Protoplasmaklumpchen — an einigen Punkten der Oberfläche der dichteren Rinde und der Cilien entbehrt, eine Mundöffnung erhält, durch welche feste Körper in den weiche Protoplasmaleib gedrückt werden, ferner eine Afteröffnung für die Entleerungen: alldas kann als möglich zugegeben werden.

Unabhängig von SCHULTZE hat AUERBACH, gestützt auf eingehende Untersuchungen, die Einzelligkeit der *Amöben* unzweifelhaft nachgewiesen.¹ Der AUERBACH'schen Auslegung gegenüber könnte höchstens auf die pulsirenden Vacuolen als auf jene differenzirten Organe hingewiesen werden, welche in der Pflanzen- und Thierzelle für gewöhnlich fehlen, daher gegen die Einzelligkeit sprechen. Seitdem aber bekannt ist, dass die Schwärmsporen der Algen und Pilze häufig (vielleicht immer?) mit pulsirenden Vacuolen versehen sind, seitdem ferner die letzteren von JAMES-CLARK an den sogenannten Kragenzellen im Entoderm der *Spongien*, von LIEBERKÜHN und BÜTSCHLI aber in den farblosen Blutzellen der *Amphybien* nachgewiesen wurden:² können auch die pulsirenden Vacuolen nicht länger als Grund gegen die Einzelligkeit geltend gemacht werden.

STEIN hat sich der Einzelligkeit gegenüber stets reservirt verhalten, und in einem Referat über den II. Theil der grossen Monographie wird irrtümlich gesagt, dass «STEIN seine alte Behauptung, wonach die Infusorien einzellige Thiere sind, energisch vertritt»,³ welcher Ausspruch dahin zu rectificiren wäre, dass STEIN vom Anbeginn seiner Thätigkeit consequent an der Behauptung festhielt, dass die Grundsubstanz des Protistenleibes aus einem *nicht aus Geweben zusammengesetzten Parenchym*, d. h. aus Sarcodien oder Protoplasma gebildet wird, — wobei er aber die Einzelligkeit der *Protozoën* entschieden verwarf. Diesen Standpunkt, den er nie aufgab, hat STEIN schon im Jahre 1848 in seiner Abhandlung über *Gregarinen* mit folgenden Worten entschieden gekennzeichnet: «Der Nucleus der *Gregarinen* spielt sicherlich in Bezug auf den Körper der *Gregarinen* dieselbe wichtige Rolle, wie

* Eine Zelle ist ein Klumpchen Protoplasma, in dessen Innerem ein Kern liegt. Ueber Muskelkörperchen. 11.

¹ AN. 26. I. (1860) 306.

¹ ZWZ. VII. (1855).

² BÜTSCHLI, Studien etc. 257.

³ J. KRIESCH, Die Ergebnisse der neueren Studien über die Protozoën, namentlich über die Infusorien. Természettudományi Közlöny, VII. (1867) 157. (ungarisch).

der Zellkern, dem er im äusseren Ansehen so sehr ähnlich ist, in Bezug auf die Zelle. Bedenkt man, dass die Körperhülle der *Gregarinen* die Einfachheit und Permeabilität der Zellenmembran besitzt und dass der körnigflüssige Körperinhalt sehr wohl einen Vergleich mit dem Zelleninhalt zulässt, so liegt es sehr nahe, den Organismus der *Gregarinen* mit dem der elementaren Zelle auf gleiche Stufe zu stellen. Dies ist denn auch von KÖLLIKER geschehen, welcher die *Gregarinen* geradezu als «einzellige Thiere» bezeichnet. Ich kann diese Anschauung, so ansprechend sie ist und so beifällig sie auch bereits von mehreren Seiten aufgenommen worden ist, nicht theilen.»¹ Ganz im selben Sinn äussert sich STEIN sowohl im ersten,² als im zweiten Theil seiner Monographie der *Infusorien*; am letzteren Ort ist seine Ansicht in folgende Worte zusammengefasst: «Die Infusorien sind in Bezug auf ihren Ursprung entschieden einzellige Thiere, und wenn man diese Bezeichnung nur in diesem Sinne gebrauchte, so würde ich dieselbe durchaus gerechtfertigt finden, ja sie würde sich sogar ungemein empfehlen, weil sie den fundamentalsten Unterschied der Infusionsthierie von den ausserhalb des Protozoënkreises stehenden Thieren, die ihrer ersten Anlage nach mehrzellige Organismen sind, sehr prägnant ausdrückt. Die ausgebildeten Infusionsthierie aber wird man immer Anstand nehmen müssen als einzellige Organismen zu bezeichnen, denn sie sind nicht blos einfach fortgewachsene Zellen, sondern der ursprüngliche Zellenbau hat einer wesentlich andern Organisation Platz gemacht, die der Zelle als solcher durchaus fremd ist.»³

Der erste Abschnitt der eben citirten STEIN'schen Aeusserung, dessen Spitze gegen jene, in der Monographie der *Radiolarien* auch von HAECKEL getheilten Ansicht SCHULTZE's gekehrt ist, wonach die höheren *Rhizopoden* und *Infusorien* durch die Verschmelzung mehrerer Zellen entstehen würden, scheint in der That die Einzelligkeit energisch zu verfechten; doch wird dieser Schein im zweiten Abschnitt, wo STEIN wieder auf seinen reservirten Standpunkt zurückkehrt, gänzlich zerstört. Diese Vorsicht in der Aeusserung war auch vollkommen

motivirt, zu einer Zeit, wo — um vom Uebrigen ganz abzusehen — es für bewiesen schien, dass die Kerne der Infusorien Ovarien entsprechen, aus deren Theilungsproducten Embryonen, in den für Hoden angesehenen Kernkörperchen hingegen Spermatozoiden sich entwickeln, was mit der Einzelligkeit kaum in Einklang gebracht werden konnte, — und wo die brillanten Studien HAECKEL's über die *Radiolarien* zu dem Ergebniss führten, dass in der Sarcodien dieser *Rhizopoden* Gebilde von verschiedenem Zellwerth vorkommen, wodurch die Einzelligkeit absolut ausgeschlossen schien.

JOHANNES MÜLLER, der auf dem Gebiete der thierischen Biologie in Deutschland zwei Decennien hindurch mit Recht als Führer galt, hat, wie aus einer Anmerkung LACHMANN's hervorgeht, in seinen Vorlesungen über vergleichende Anatomie die Einzelligkeitslehre entschieden verurtheilt, und seine beiden ausgezeichneten Schüler, der soeben erwähnte LACHMANN und CLAPARÈDE traten, treu den Principien des Meisters, sowohl in besonderen Arbeiten, als in ihren gemeinsam ausgearbeiteten hochwichtigen Studien, der Einzelligkeitslehre vielleicht sogar mit zu grossem Eifer entgegen.

KÖLLIKER hat, wie oben erwähnt, seine Ansichten über die Einzelligkeit der *Protozoën*, gestützt auf seine Studien über die Organisation von *Actinosphaerium Eichhornii* entwickelt; ¹ CLAPARÈDE wählte den mit *Actinosphaerium* nahe verwandten *Actinophrys Sol** als Vorwurf zur Kritik der Einzelligkeitslehre,² und gelangte bei seinen Untersuchungen zu folgendem Ergebniss, dass «Den *Actinophryen*, *Amoeben*, *Arcellen* und anderen *Rhizopoden* fehlt eine Hautbedeckung, also die Zellmembran gänzlich. Nicht minder muss ich den nackten *Rhizopoden* (wenigstens *Actinophrys Eichhornii*, *Amoeba diffluens* und *Amoeba radiosa*) einen Kern ableugnen, wahrschein-

¹ ZWZ. I. (1849).

* Die beiden vortrefflichen Forscher verfielen in den eigenthümlichen Irrthum, dass KÖLLIKER, in der Meinung *Actinophrys Sol* Ehrb. zu untersuchen, thatsächlich *Actinophrys Eichhornii* Ehrb. vor sich hatte CLAPARÈDE dagegen *Actinophrys Sol* Ehrb. beschrieb, aber *Actinophrys Eichhornii* zu erkennen meinte; STEIN hielt wieder in seiner Entwicklungsgeschichte der Infusorien die ungestielte Form von *Podophrya fixa* (*P. libera*) für *Actinophrys Sol*, hat aber diesen Irrthum später berichtigt und für das vielkernige *Actinophrys Eichhornii* ein besonderes Genus, nämlich *Actinosphaerium* aufgestellt.

² AAP. (1854).

¹ AAP. (1848). 190—191.

² S. 55.

³ Der Org. II. 22.

lich entbehren auch die Beschalten (wenigstens *Ar-cellä*) dieses Gebilde.¹

Demnach wären sie noch einfacher organisirt als die elementarsten Zellen, welche zu jener Zeit noch allgemein für Kerne und Zellinhalt einschliessende Bläschen gehalten wurden; mit anderen Worten: CLAPARÈDE hielt die Rhizopoden für so einfache Organismen, wie die HAECKEL'schen Moneren sind. Wohl hat CLAPARÈDE die Sache anders aufgefasst und das Hauptgewicht darauf gelegt, dass die Organisation der Rhizopoden nicht in das Zellenschema passt; dabei schrieb er ihnen aber eine hohe Organisation, ja selbst ein Circulationssystem zu, indem er die pulsirenden Vacuolen für Herzen ansprach.

LACHMANN gelangte, hauptsächlich auf Grund seiner Studien über den Organismus der *Vorticellinen* zu der eigenthümlichen Ansicht, dass der Infusorienleib, wie bei den Coelenteraten, eine mit breiigem *Chymus* (d. i. dem weicheren Endoplasma) erfüllte Verdauungshöhle einschliesst.² — Das wäre nun wieder eine ganz neue Ansicht! Die Infusorien wären also Magenthiere, wenn auch nicht, wie EHRENBURG lehrte, polygastrische, sondern monogastrische, und repräsentirten — nach der Ansicht von LACHMANN — ein Säckchen oder einen Magen.

Dieser abenteuerlichen Auffassung, — von welcher nur soviel der Wahrheit entspricht, dass die Verdauung in dem von der verdichteten äusseren Rindenschicht oder dem *Rindenplasma* (*Rindenparenchym* STEIN, *Ectosark* WALLICH, *Ectoplasma* o. *Exoplasma* HAECKEL) mit Recht als *Innenplasma* (*Innenparenchym* STEIN, *Entosark* WALLICH, *Entoplasma* HAECKEL) zu unterscheidenden inneren, weicher beschaffenen Theil des Protoplasma vor sich geht, was übrigens bereits DUJARDIN lehrte, dass also dieser Theil des Protoplasmaleibes sich zuerst mit den bereits assimilirten Säften, oder, wenn der Ausdruck zulässig ist, mit dem *Chylus* vermenget, — dieser Auffassung nun hat sich auch CLAPARÈDE in seinen in Gemeinschaft mit LACHMANN verfassten, hochwichtigen Studien vollkommen angeschlossen; da aber der Körper der Infusorien und Rhizopoden dieser Auffassung entsprechend mit einer echten Gastralhöhle versehen wäre, so sind die berühmten Autoren der «Études» factisch zu jenem Standpunkt zurückgekehrt, welchen einige Forscher des vorigen

Jahrhunderts einnahmen: das heisst, sie stellten die Protozoën neben Polypen und Hydren und wollten in ihnen blos Repräsentanten einer Subdivision der Coelenteraten erkennen.¹

Nachdem CLAPARÈDE und LACHMANN die Infusorien und Rhizopoden für verhältnissmässig hoch organisirte Thiere hielten, die den Coelenteraten anzureihen sind, wird man es natürlich finden, dass sie sich — gleich EHRENBURG — von der ketzerischen Sarcode- und Einzelligkeitslehre mit wahrem Abscheu abwandten; zur Widerlegung der letzteren konnten sie aber ausser den gewandt gehandhabten Waffen einer schneidigen Dialektik kaum auch überzeugende Beweggründe zu Felde führen. Es wird wohl Jedermann zugeben, dass die Verfasser den Studien, indem sie der Frage: «Où en serait l'anatomie microscopique du système nerveux central sans l'acide chromique et les autres agents analogues?» die Antwort: «Le sarcode des Rhizopodes n'a pas encore trouvé son acide chromique»² auf dem Fuss folgen lassen, ausser einer für den Augenblick bestehenden Phrase nichts gesagt und nichts bewiesen haben, wenn nicht das, dass auch sie in der Grundsubstanz der Rhizopoden nur homogene Sarcode finden konnten. Die Einzelligkeitslehre trachten sie durch Ueberumpelung, aber wieder nur mit dialektischen Waffen ein für allemal zum Schweigen zu bringen: «On se serait tenté de croire que la théorie de l'unicellularité des infusoires n'a plus aujourd'hui qu'un intérêt historique, comme celle de la polygastricité. Cependant elle compte encore un champion bien décidé, un de ses anciens défenseurs, M. Koelliker, qui a relevé courageusement, dans un Mémoire récent, le drapeau chancelant de son école,³ comme M. Ehrenberg⁴ vient d'arborer de nouveau celui de la sienne. Chacun d'eux, le dernier des Mohicans de ses propres idées! — La théorie de l'unicellularité des infusoires n'a pas besoin d'être combattue ici plus en détail. L'ouvrage que le lecteur a sous les yeux n'est qu'une longue protestation contre elle. Chacune de nos pages est un nouveau coup de hache porté à sa base.»⁵

Diese Axthiebe sind aber leere Drohungen geblie-

¹ L. cit. 413.

² AAP. (1856).

¹ Études I. 59.

² Op. cit. II. 421.

³ Untersuchungen über vergleichende Gewebelehre. Würzburg. Verhandlungen. Dec. (1856) 97.

⁴ Ueber den Grünsand. Berlin (1856).

⁵ Études I. 14.

ben, da auch CLAPARÈDE und LACHMANN thatsächlich die Zusammensetzung des Infusorienleibes aus Geweben nicht nachweisen konnten. Als endlich CLAPARÈDE bei der Vergleichung der *Schwärmsporen der Myxomyceten* mit den *Flagellaten* — von welchen er (wie neuestens auch STEIN) alle mit pulsirenden Vacuolen versehenen für wahrhaftige Thiere ansah — zu dem Ergebniss gelangte, dass es zwischen den niedersten Thieren und Pflanzen keine Unterschiede giebt, und dass die Eintheilung der Organismen in ein Thier- und ein Pflanzenreich vollkommen erkünstelt ist:¹ war die schwere Axt seinen Händen gänzlich entfallen und er selbst gerieth unbewusst auf das Gebiet der Einzelligkeitslehre, da ja die Schwärmsporen der Myxomyceten zweifelsohne einzellig sind, und wenn von diesen die Monaden, von den Myxoamoeben aber die Amoeben nicht unterscheidbar sind, ist es klar, dass auch die letzteren einzellig sein müssen. Da aber nach CLAPARÈDE und LACHMANN sämtliche Infusorien und Rhizopoden nach demselben einheitlichen Plan organisirt sind: so muss die Consequenz mit unerbittlicher Strenge zur Anerkennung der Einzelligkeit sämtlicher Protozoen führen.

Auch ein gefeierter Histolog, LEYDIG, fand Gelegenheit gegen die Einzelligkeit der Infusorien und anderer Protozoen zu Felde zu ziehen.² Seiner Ansicht nach mag EHRENBURG in den Details viel geirrt haben, seine Grundidee aber, wonach die Infusorien hoch organisirt sind, wäre richtig. Auch die Infusorien wären, wie alle anderen Thiere aus Zellen aufgebaut, doch blieben die Zellen so klein, dass die Grundsubstanz scheinbar aus der homogenen Sarcode besteht. Zur näheren Begründung dieser Ansicht verweist LEYDIG auf die, besonders bei den *Vorticellen* und *Opalinen* unter der Cuticula gut unterscheidbaren, und auf Zusatz von Essigsäure deutlicher hervortretenden, kleinen Zellkernen ähnlichen Kügelchen, ferner auf die in der Rindensubstanz bei Infusorien häufig angetroffenen stäbchenförmigen Gebilde, endlich auf den Stielmuskel der *Vorticellen*, alles Gründe gegen die Einzelligkeit. Hinsichtlich der Körperchen von zellkern-ähnlichem

Habitus unter der Cuticula der *Vorticellen* bemerkt STEIN: «Sie geben der ganzen Körperoberfläche ein gleichförmiges, fein chagrinirtes Ansehen und stehen so dicht bei einander, dass ich nicht begreife, wie diese feinen Körner sollen Zellenkerne sein können, zumal die Grundsubstanz, in der sie eingebettet liegen, völlig amorph ist und nicht die leiseste Spur einer Sonderung in zellenähnliche Felder erkennen lässt.»¹

Von den kernartigen Gebilden bei *Opalina Ranarum* hat in neuerer Zeit ENGELMANN nachgewiesen,² dass es wahrhaftige Kerne, aber nicht von Gewebszellen, sondern der *Opalinen* selbst sind, welche, wie zahlreiche andere Ciliaten, mit vielen Kernen versehen sind. Aber auch die noch immer räthselhaften stäbchenförmigen Körperchen — mögen sie nun *Nesselorgane* (trichocysten), wofür sie nach ALLMANN von den meisten Forschern gehalten werden, oder, wie STEIN glaubt, *Tastkörperchen* sein — können der Einzelligkeit nicht entgegengehalten werden, da auch die wahren Nesselorgane der Coelenteraten und mancher Turbellarien keine Zellen und nicht einmal aus Zellkernen hervorgegangen, wie KÖLLIKER meinte, vielmehr, wie durch die von KLEINENBERG an der *Hydra*, von F. E. SCHULTZE an *Cordylophora lacustris* angestellten Studien unzweifelhaft geworden ist, in den einzelnen Ectodermzellen, gleich den Chlorophyllkörperchen in den Pflanzenzellen oder den zahlreichen Dotterblättchen in den Eiern, frei sich entwickelnde Gebilde sind; die Stäbchen der Turbellarien, welche z. B. bei *Stenostomum leucops* mit den Stäbchen der Infusorien vollkommen übereinzustimmen scheinen, entwickeln sich in den Ectodermzellen bei vielen Repräsentanten dieser Würmer geradezu massenhaft. Was endlich den sogenannten *Stielmuskel* der mit contractilem Stiel versehenen *Vorticellinen* und überhaupt die bandförmigen, sich gleich Muskelfasern contrahirenden Fasern der Infusorien anbelangt, welche, wie oben erwähnt, bei den *Stentoren* schon EHRENBURG gekannt hat: so gehen diese, wie heute bereits bestimmt behauptet werden darf, nicht wie echte Muskelfasern aus besonderen Zellen hervor, sondern sind lediglich Differenzirungen der Rindenschichte des Protoplasmaleibes. Dass sich aber derlei contractile Bänder in einer einzigen Zelle wirklich entwickeln

¹ Op. cit. III. 32.

² Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere, (1857) 15. §. 14. Vom Bau des thierischen Körpers. I. (1864) 15.

¹ Der Org. II. 9.

² MT. I. (1876).

können und auch entwickeln, wird am schlagendsten durch ihr Vorkommen bei den *Euglenen* bewiesen, obschon diese Protisten von den einzelligen Algen so wenig verschieden sind, dass sie — wie es CIENKOWSKI thut¹ — mit den *Palmellaceen* ohne Zwang vereinigt werden können. Aus Alldem geht hervor, dass die von CLAPARÈDE und LACHMANN für sehr wichtig gehaltenen LEYDIG'schen Beweisgründe unhaltbar sind und gegen die Einzelligkeit nicht können angeführt werden.

In seiner prachtvollen Monographie der *Radiolarien*² unterscheidet HAECKEL unter den Rhizopoden und Infusorien, nach der histologischen Structur, zwei Typen, nämlich: Einzellige, wie die niederen Rhizopoden, namentlich *Amoeben*, welchen wahrscheinlich auch die *Arcellinen* sowie sämtliche Flagellaten anzureihen sind, — ferner solche, die nach der M. SCHULTZE'schen Hypothese durch das Verschmelzen mehrerer Zellen zu Stande kommen, wohin die höheren Rhizopoden, insbesondere die *Radiolarien*, ferner die *Ciliaten* zu reihen sind. Auf diese, vermeintlich auf sicherer Basis ruhenden zwei verschiedenen Typen hat dann HAECKEL jene von GEGENBAUR zwischen Thier- und Pflanzenreich gezogene neue Grenzlinie angewandt, nach welcher die Organismen entweder einzellig bleiben oder im Verlauf der Entwicklung mehrzellig werden. Der fundamentale Unterschied zwischen Thier- und Pflanzenreich würde aber darin bestehen, dass das Pflanzenreich sowohl ein- wie mehrzellige Organismen umfasst, während die Vertreter des Thierreichs nur vorübergehend, als Eier, einzellig, nach ihrer erlangten vollkommenen Entwicklung aber stets aus mehreren Zellen zusammengesetzt sind.³ Gestützt auf diese, einer strengen Kritik nicht unterworfenen Kriterien, verwies nun HAECKEL sämtliche einzellige Rhizopoden und Infusorien in das Pflanzenreich, während er die höheren Rhizopoden und Infusorien, als seiner Auffassung entsprechend der Entwicklung nach mehrzellige Organismen, für Vertreter des scharf umgrenzten Thierreichs anerkannte.

Man muss gestehen, dass diese zwischen Thier- und Pflanzenreich gezogene neue Grenzscheide sehr scharf ist und ganz besonders zur systematischen Eintheilung der zwischen den zwei Reichen schwe-

benden niedersten Organismen geeignet erscheint; sie leidet aber an dem Fundamentalfehler: den Thatsachen nicht zu entsprechen. Das Verdienst, die vollkommene Unhaltbarkeit dieser Auffassung erwiesen zu haben, gebührt STEIN.¹ Unhaltbar ist sie: weil keine einzige positive Angabe für die Entwicklung der höheren Rhizopoden und Infusorien durch Verschmelzung mehrerer Zellen vorliegt, — und weil sie sich nicht auf Beobachtungen, sondern kurzweg auf die analoge Entwicklung der Plasmodien von Myxomyceten stützt. Aus dem Vorhandensein mehrerer Kerne in zahlreichen Rhizopoden und Infusorien kann aber nichts weniger, als die Entstehung durch Verschmelzen ebenso vieler Zellen, als Kerne vorhanden sind, gefolgert werden, wofür, wie gesagt, keine einzige Beobachtung vorliegt. Sind uns ja doch auch andere polynucleäre Zellen bekannt, z. B. die häufig 6—7 Kerne enthaltenden farblosen Blutzellen, oder die Riesenzellen im Knochenmark, die Myeloplaxen, welche ganze Haufen von Kernen aufweisen, ohne durch Verschmelzen mehrerer getrennter Zellen hervorgegangen zu sein. Es führen auch nicht alle Ciliaten mehrere Kerne, im Gegentheil sind bei den meisten von ihnen nur einzelne Kerne zu beobachten. Würde daher die Zahl der Kerne andeuten, wie viele Zellen zu einem Infusorienleib verschmolzen sind, so müssten die mit einem Kern versehenen für einzellig und nach der GEGENBAUR-HAECKEL'schen Auffassung für Pflanzen angesprochen werden. Was soll nun aber mit den *Amoeben*, *Arcellen*, *Difflugien* und zahlreichen anderen Rhizopoden geschehen, welche bald einen, bald mehrere Kerne enthalten? Sind vielleicht die jungen, einzelligen *Arcellen* wahre Pflanzen, befinden sich etwa die zweizelligen im Zustand des Thierwerdens und sind die vielzelligen schon ganz zu fertigen Thieren umgewandelt? Man sieht, auf welche gefährliche Untiefe die fatalen Consequenzen dieser Auffassung hinführen, von welcher flott zu werden es nur ein Mittel giebt: die ganze Anschauung mit Resignation über Bord zu werfen.

Die von zahlreichen competenten Forschern gegen die Einzelligkeitslehre gerichteten Angriffe, insbesondere die entschiedene Zurückweisung, welche derselben in dem grossen, seit EHRENBURG — von den STEIN'schen Arbeiten abgesehen — für sämtliche

¹ Conf. l. s. cit.

² Die Radiolarien.

³ De animalium plantarumque regni terminis et differentiis. Jenæ. 1860.

¹ Der Org. II. 14. 21.

Protisten wichtigsten Werk von CLAPARÈDE und LACHTMANN zu Theil wurde, haben — obschon keiner dieser Angriffe einer strengen Kritik Stand zu halten vermag — den Credit der Einzelligkeitslehre doch so sehr erschüttert, dass diese zu Anfang der sechziger Jahre den meisten Fachmännern beinahe veraltet, nur mehr von historischem Werth erschien, gerade so, wie die bereits ins Mythische übergegangene EHRENBURG'sche Lehre. Inmitten der damaligen wissenschaftlichen Strömung konnte MARGÓ in der That mit Recht behaupten, dass v. SIEBOLD die Infusorien mehr poetisch als wahrheitsgetreu für selbständige Zellen anspricht.¹

Die Geschichte der Wissenschaften weist genug Beispiele auf, dass neu ausgesprochene Ideen anfangs mit Begeisterung aufgenommen, dann mit allmählig wachsender Gleichgiltigkeit betrachtet, um endlich fallen gelassen und begraben zu werden. Allein die Wahrheit kann nicht im Grabe ersticken; dem in die Erde gebetteten Samen gleich wird sie über kurz oder lang neue Keime treiben, und ihr Recht fordernd hervorbrechen. Dieses Loos wurde auch der Lehre von der Einzelligkeit zu Theil; sie schien bereits vollkommen widerlegt, als sie neu belebt schliesslich doch den Sieg davontrug.

Der eine Begründer dieser Lehre, v. SIEBOLD, hat, nachdem er seine Abhandlung über die einzelligen Thiere und Pflanzen im Jahre 1849 veröffentlicht hatte, an der entstandenen Debatte sich nicht weiter betheiligt. Dagegen ergriff KÖLLIKER wiederholt das Wort und befasste sich namentlich im Jahre 1864 in einer Arbeit über die feinere Structur der Protozoen² eingehend mit der strittigen Frage. Als Endergebniss seiner Untersuchungen ist hier gesagt, dass die Gregarinen und Infusorien nicht aus mehreren Zellen bestehen: denn obschon dieselben, besonders die letzteren, in vielen Hinsichten eigenthümlich complicirte Structurverhältnisse aufweisen, hindern diese doch nicht, sie mit einfachen Zellen gleichwerthig zu halten.³ Bezüglich der höheren Rhizopoden hält aber KÖLLIKER nicht für unmöglich, dass es mehrzellige Wesen sind, deren Elemente gänzlich

verschmolzen.¹ Dies konnte KÖLLIKER um so mehr für wahrscheinlich erachten, als er die Spongien als nächste Verwandte der Rhizopoden ansprach.

Mehr als die neueren Publicationen von KÖLLIKER mussten die Ansichten in die Waagschale fallen und auch grössere Wirkungen hervorrufen, welche der berühmte Specialforscher STEIN im Jahre 1867, im zweiten Theil seiner grossen Monographie entwickelte. Dieselben culminiren, wie bereits oben erwähnt, in dem Satze, dass die Infusorien (und andere Protozoen) dem Ursprung nach einzellig und niemals aus Geweben zusammengesetzt sind. Bei den höheren Formen hätte dagegen der ursprüngliche Zellenbau einer wesentlich verschiedenen Organisation Platz gemacht, die der Zelle als solcher durchaus fremd ist.

Wie zu sehen, kommt die STEIN'sche Auffassung der v. SIEBOLD'schen noch näher, als KÖLLIKER; sie kann in der That als entschiedener Beweis für die Einzelligkeit betrachtet werden. Ist es wahr, dass die Protozoen ursprünglich einzellig sind, und dass sämtliche Differenzirungen ihrer Organismen im Rahmen dieser einen Zelle sich entwickeln — mögen dieselben, im Vergleich mit den Gewebszellen, noch so fremdartig sein —: so muss man selbst bei der grössten Vorsicht und alles erwogen, doch bei dem Ausspruch anlangen, dass trotz der hohen Differenzirung einiger Protozoen, dem morphologischen Werthe nach denn doch Alle einzellig sind.

Forscht man nach dem morphologischen Werth der einzelnen Organe bei den aus Geweben zusammengesetzten Thieren und Pflanzen, so wird man finden, dass dieselben entweder ein- oder mehrzellig sind; eine besondere dritte Kategorie könnten höchstens jene bilden, welche entweder durch das Verschmelzen mehrerer Zellen zu Stande gekommen sind, wie z. B. die Matrix der Insecten, oder endlich jene, welche in den mehr-minder umgewandelten Zellen die differenzirten Theile bilden und als Organe der Zelle selbst anzusehen sind: z. B. die Kerngebilde, die Zellmembran, die Chlorophyll- und Stärkekörperchen, Nesselorgane, Muskelelemente (sarcous elements) u. A. Was von einzelnen Organen gilt, dasselbe kann auch von den Organismen gelten; auch diese können zweien Kategorien angehören, d. h. sie können ein- oder mehrzellig sein. Sind nun

¹ Matematikai és Természettudományi Közlemények. Herausg. von der ung. Akad. d. Wissensch. (1865). S. 78 (ungarisch).

² Icones histiologicae I. (1864).

³ L. cit. 24.

¹ L. cit. 25.

aber die Protisten dem Ursprunge nach einzellig — wie denn auch keine einzige Beobachtung dafür spricht, dass sie durch Verschmelzen mehrerer Zellen hervorgegangen wären — so können die weder aus einer, noch aus mehreren Zellen zusammengesetzten Organe derselben für nichts Anderes, als für Organe der Zelle selbst angesprochen werden, wonach die Protisten selbst entschieden für einzellig anzusehen sind. Dabei können gegen die Einzelligkeit nicht einmal theoretische Gründe in die Waagschale fallen; sprechen ja doch eben diese für die Wahrscheinlichkeit, ja Nothwendigkeit der Einzelligkeit der niedersten Organismen. In Anbetracht, dass die höheren Differenzirungen der Organisation sowohl im ontogenetischen als im phylogenetischen Entwicklungsgang der Organismen sich von einem einfachen Ausgangspunkt allmähig entwickeln — ferner, dass die phylogenetische Reihe Organismen aufweist, welche der embryonalen Organisation der höher Stehenden entsprechen, das heisst auf jener Entwicklungsstufe stehen geblieben sind, welche den Höheren nur übergangsweise zukommt; in Anbetracht ferner, dass alle höheren Organismen im Anbeginn des Lebens, als Eier oder Sporen, vorübergehend einzellig, hierauf zeitweilig aus einigen wenigen, dann aus zahlreichen gleichartigen Zellen zusammengesetzt waren, aus welchen dann durch verschiedene Gruppierungen und Umwandlungen die Gewebe hervorgehen; in Anbetracht endlich, dass es neben den Organismen mit sehr complicirtem Gewebsbau auch um vieles einfachere, ja schliesslich Organismen giebt, welche aus einer einzigen grossen Entodermzelle bestehen, die von nur wenigen Ektodermzellen umhüllt wird, — wohin nach den hochinteressanten Untersuchungen E. van BENEDEN's die *Dicyemiden* zu rechnen sind,¹ welche nach genanntem Forscher als *Mesozoön*, die *Metazoön* mit den *Protozoön* verbinden: Alldas in Betracht gezogen, ergiebt sich mit logischer Nothwendigkeit die Folgerung, dass das unterste Glied der Kette durch Organismen eingenommen werden müsse, welche auf dem für die übrigen nur übergangsweisen Ausgangspunkt stabil verbleiben, d. h. das ganze Leben hindurch einzellig sind.

¹ Recherches sur les Dicyémides, survivants actuels d'un embranchement des Mesozoaires. Bullet. de l'Acad. roy. des sciences de Belgique. 45 année. Bruxelles 1876.

Wir wollen zunächst einen Blick auf jene Differenzirungen werfen, welche der Zelle in einem Maasse fremd sind, dass sie dieselbe ihres ursprünglichen Werthes entkleiden. Sollten diese hohen Differenzirungen mit der Einzelligkeit wirklich nicht in Einklang gebracht werden können?

Die niederen Formen können hier nicht in Betracht kommen; darunter sind die niederen Rhizopoden, wie z. B. die *Amoeben* von gewissen einzelligen *Myxamoeben* und den farblosen Blutzellen durch keinerlei wesentliche Merkmale verschieden; letztere werden auch von STEIN für zweifellos einzellig gehalten.¹ Ihnen reihen sich die übrigen niederen Rhizopoden, und durch die vermittelnden *Monocystiden* auch die *Gregarinen* unmittelbar an. Die *Flagellanten*, von denen ein grosser Theil mit den gewiss einzelligen Schwärmsporen, ein anderer Theil aber mit den Kragenzellen des Entoderms der Schwämme an Organisation übereinstimmt, können gleichfalls keine Schwierigkeiten bereiten. Für die *Noctiluca* kann die Einzelligkeit nach den Untersuchungen CIENKOWSKI's² ebenfalls für bewiesen angenommen werden. Wirklichen Schwierigkeiten begegnet man nur bei den Organisationsverhältnissen der Ciliaten und der höheren Rhizopoden, namentlich der Radiolarien; wir wollen daher diese betrachten.

Auf die Differenzirungen im Rindenplasma der Infusorien, nämlich auf die gegen die Einzelligkeit häufig zu Feld geführten *stäbchenförmigen Körperchen*, und die *contractilen Bänder*, die *Muskel- oder Myophanfasern* ist bereits im Obigen reflectirt worden; alldiese Gebilde sind der Zelle eben so wenig fremd, wie die auch bei den einzelligen Algen Schwärmern und den farblosen Blutzellen angetroffenen pulsirenden Vacuolen. Die Kerngebilde könnten in der That gegen die Einzelligkeit vorgebracht werden, wenn die *Kerne* wahre Ovarien, die *Kernkörperchen* aber Hoden wären, wofür sie von BALBIANI, CLAPARÈDE und LACHMANN und von STEIN angesprochen wurden; wie ich aber weiter unten ausführen werde, haben neuere Untersuchungen diese Auffassung als irrthümlich erwiesen; in Folge dessen bilden auch die Kerngebilde keinen Grund gegen die Einzelligkeit.

Demnach wäre die Art der Einverleibung der Nah-

¹ Der Org. 19.

² AMA. IX. (1872).

nung, das «*Essen*» der einzige Process, und es wären die für die Aufnahme der Nahrung und für die Entleerung der unverdaulichen Theile bestimmten constanten Oeffnungen sammt dem Schlund diejenigen Differenzirungen, welche der Zelle nicht eigen sind. So viel steht zweifellos fest, dass sich die Gewebszellen von präformirten Nahrungssäften auf osmotischem Wege ernähren; darum darf aber die Aufnahme fester Theile, das Essen durchaus nicht für eine bei den Zellen höherer Organismen beispiellose Lebensverrichtung angesehen werden. Weiss man doch, dass Carmin- oder Indigokörnchen von farblosen Blutzellen mit der gleichen Gier verschlungen werden, wie von *Amoeben*; ja zuweilen, so in Blutextravariaten und in der Milzpulpa, kommt es sogar vor, dass farblose Blutzellen über die rothen herfallen und diese im strengsten Sinn des Wortes verschlingen. Nach JAMES-CLARK sollen auch die Kragenzellen des Entoderms der Spongien essen, und wahrscheinlich mit präformirten Oeffnungen versehen sein.¹ Nach METSCHNIKOW pflegen die Entodermzellen der Turbellarien und verschiedenen Coelenteraten die Nahrungsbestandtheile entweder wie *Amoeben* zu verschlingen oder durch feine Pseudopodien ihrem Körper einzuverleiben und hier zu verdauen. Diese Art der Nahrungsaufnahme ist bei den Turbellarien und Coelenteraten so sehr verbreitet, dass die Annahme METSCHNIKOW's, wonach dieselbe bei den Ahnen sämmtlicher derzeit lebender *Metazoen* Regel war,² für gerechtfertigt erscheint. Gleichfalls nach Art der Rhizopoden wird die Nahrung, nach SOMMER's Untersuchungen von den Entodermzellen von *Distomum hepaticum*,³ nach meinen eigenen Beobachtungen aber von den Rotatorien aufgenommen. Dass endlich auch die Resorptionszellen der Vertebraten, die deren Darmzotten überkleidenden Entodermzellen ebenfalls «*essen*», d. i. gewisse Nahrungsbestandtheile, namentlich Fettkörnchen, wie Protisten aufnehmen, wird durch die von mehreren Seiten (FORTUNATOW, LANDOIS u. A.) bestätigten schönen Untersuchungen meines geehrten Freundes L. von THANHOFFER bewiesen.⁴ Dass bei den Ciliaten und vielen Flagellaten,

¹ On the Spongiae Ciliatae. 326.

² Ueber die intracelluläre Verdauung bei Coelenteraten Zoolg. Anzeiger, III. (1880) No. 56. S. 261.

³ Die Anatomie des Leberegels *Distomum hepaticum* L. ZWZ. XXXIV. (1880) 578.

⁴ Beiträge zur Fettresorption. Ért. a term. tud. köröböl. Herausg. d. ung. Akad. d. Wissensch. Bd. II. No. X. Budapest 1873.

G. ENTZ, Protisten.

bei welchen das Rindenplasma von einer Cuticula bekleidet, zuweilen sogar mit einem festen Panzer bedeckt oder mindestens von einer resistenteren und consistenteren Schicht begrenzt ist, für die Einverleibung und Entleerung ein präformirte Mund- und Afteröffnung vorhanden ist, kann nicht im geringsten überraschen, da sich in diesen Differenzirungen bloß eine Realisirung jenes in der organischen Natur auf Schritt und Tritt sich offenbarenden Princip erkennen lässt, wonach bei niederen Organismen noch nicht an eine bestimmte Stelle fixirte primitive oder gar nur temporär auftretende Organe sich bei den höheren Formen localisiren, vervollkommen, und stabilisiren.

Nach diesem Princip entwickeln sich z. B. auf der die Respiration vermittelnden Körperoberfläche, als Vergrößerung derselben, zerstreute Hervorstülpungen, welche, stabilisirt und vervollkommenet zur Bildung der localisirten Kiemen führen. Uebrigens sind, wie soeben erwähnt, mit präformirter Mundöffnung auch die Kragenzellen der Spongien versehen, und präformirte Aperturen werden ferner bei allen mit resistenten Hüllen versehenen Zellen angetroffen, welche irgendwelche Substanzen zu entleeren oder von aussen aufzunehmen haben; solche stabile Oeffnungen giebt es z. B. bei den einzelligen Drüsen und bei vielen Eiern (Mikropyle). Aus alledem geht hervor, dass der Infusorienorganismus von der primitivsten Zelle, dem mit einem Kern versehenen Protoplasmaeklumpchen zwar in Vielem abweicht, aber kein einziges Organ besitzt, welches den höher differenzirten Zellen ganz und gar abgehen würde.

Grösseren Schwierigkeiten, als bei den Ciliaten, begegnet man, wenn der morphologische Werth der *Radiolarien* bestimmt werden soll. Zwar besteht die Grundsubstanz auch bei diesen Rhizopoden aus Sarcodien oder Protoplasma; doch sind in letztere nach der Auffassung von HUXLEY, JOHANNES MÜLLER, CLAPARÈDE und LACHMANN, sowie von HAECKEL, der die *Radiolarien* zuerst eingehend studirte, verschiedene *Elemente, die den Werth von Zellen haben*, eingebettet.

Wie bekannt, zerfällt das Protoplasma bei den *Radiolarien* in ein extracapsuläres und in das intracapsuläre; ersteres, von welchem die Pseudopodien ausstrahlen, bildet eine die sogenannte *Centralkapsel* umhüllende Corticalschiicht; das intracapsuläre Pro-

toplasma wird dagegen von einer ziemlich dickwandigen und von Porenkanälchen durchsetzten Cyste gebildet, deren Protoplasmainhalt eben durch die Porenkanälchen mit dem Extracapsulären communicirt. — Inmitten der Centralkapsel ist zuweilen noch ein mit einer feinen Membran umkleidetes kugeliges Gebilde, die sogenannte *Binnenblase* situirt. — Für echte Zellen des Radiolarienleibes wurden gehalten: die zahlreichen *Alveolen* des extra- und intracapsulären Protoplasma, ferner die häufig sehr dicht gedrängten *hellen Bläschen* der Centralcapsel, endlich die im extracapsulären Protoplasma zumeist, wenn auch nicht immer vorhandenen «*gelben Zellen*». Von diesen vermeintlichen Zellen sind aber, nach den sehr genauen neueren Untersuchungen von R. HERTWIG,¹ nur die gelben Zellen wirkliche Zellen, die extra- und intracapsulären Alveolen dagegen nichts weiter, als mit wasserklarer Flüssigkeit erfüllte Vactolen, deren Anwesenheit dem Protoplasma gerade so, wie bei *Actinosphaerium* eine schaumige Beschaffenheit verleiht. Die hellen Bläschen der Centralcapsel aber entsprechen Zellkernen, welche sich bei der Fortpflanzung der Radiolarien je mit einer Schicht des intracapsulären Protoplasma umhüllen, auf diese Weise zu Zellen gestaltet und beim Bersten der Centralcapsel als monadenförmige Schwärmer frei werden. Die Entstehung dieser Kerne ist ganz eigenthümlich, von der bisher bekannten Entstehungsart der Zellkerne verschieden. Nach HERTWIG besitzen die mit Binnenblasen versehenen Radiolarien eigentlich nur einen sehr hoch differenzirten Kern: die sogenannte Binnenblase selbst, in deren feinkörniger, heller Grundsubstanz bald ein bald mehrere kugelige oder verzweigte, häufig an Pilzmycelien, z. B. an Saprolegnien erinnernde Gebilde: *Binnenkörper* enthalten sind; letztere würden also den Kernkörperchen entsprechen, deren Sprösslinge sich lostrennen, aus der Binnenblase in das Protoplasma der Centralcapsel eindringen und hier die «*hellen Kugeln*» bilden.

Ich muss hier bemerken, dass ich gewisse Differenzirungen des Radiolarienleibes, namentlich die Kieselskelete von verschiedener Structur, so wie die in der Centralkapsel häufig vorkommenden crystallinischen Körperchen und farbigen Oeltröpfchen hier absichtlich unberücksichtigt liess, da dieselben Gebilde auch bei den niederen Rhizopoden vorkommen,

und mithin bei der Feststellung des morphologischen Werthes der *Radiolarien* ohne Bedeutung sind.

Der dargelegten Auffassung gemäss wären die *Radiolarien* viel einfacher organisirt, als von HAECKEL angenommen wurde, und sie würden einer ganz eigenartigen, sehr grossen (grössere Formen haben oft einen Durchmesser von 4 bis 5 mm. und darüber) hochentwickelten Zelle entsprechen, deren Protoplasma durch eine dickwandige Kapsel in eine äussere, der Ernährung, und eine innere, der Fortpflanzung dienende Partie getheilt ist, in welcher letzteren der sehr hoch differenzirte eigentliche Kern, die Binnenblase, sowie die in derselben proliferirenden und sodann in das intracapsuläre Protoplasma gelangenden hellen Bläschen enthalten sind. Bloss die *gelben Zellen* wären gegen die Einzelligkeit sprechende Formelemente von wirklichem Zellenwerth. Letztere sind kugelige oder ellipsoide Zellen mit Membran und Kern, durch eine gelbe Modification des Chlorophylls tingirt, enthalten Stärkekörperchen und vermehren sich durch Theilung; sie stimmen daher mit einzelligen Algen vollkommen überein. Uebrigens werden sie nicht ganz constant, aber meistens, und zwar im extracapsulären Protoplasma angetroffen.

Würden die gelben Zellen wirklich einen ergänzenden Theil des Radiolarienorganismus bilden, so könnten diese Rhizopoden zweifelsohne nicht für einzellig angesprochen werden, und die Anwesenheit jener Zellen im Protoplasma des Radiolarienleibes könnte mit STEIN¹ nur durch die Annahme erklärt werden, dass dieselben durch endogene Zellenbildung zu Stande gekommen sind. *Ist es aber nicht wahrscheinlich, dass sie überhaupt nicht den Radiolarien eigen, sondern in das Protoplasma der Radiolarien eingedrungene einzellige Algen sind?* Zieht man ihr inconstantes Vorkommen in Betracht, und erwägt man, dass über deren Bildungsmodus ausser der Vermehrung durch Theilung nichts Positives bekannt ist, ferner dass gewisse Algen mit Vorliebe in andere Organismen, wie z. B. in das Mesoderm der Spongien eindringen und sich hier lustig vermehren; alldas so wie das, was von den sogenannten Chlorophyllkörperchen der Ciliaten und Rhizopoden weiter unten gesagt werden soll, in Erwägung gezogen, spricht die grösste Wahrscheinlichkeit dafür, dass die gelben Zellen eigentlich mit den *Radiolarien* nichts gemein haben. Für diese, schon von vornherein wahrschein-

¹ Zur Histologie der Radiolarien. (1876).

¹ Der Org. II. 16.

liche Auffassung spricht auch die Beobachtung CIENKOWSKI's, wonach die gelben Zellen von *Callozoum inermis* nach Zerstörung und Absterben des Radiolarienleibes Leben und Vermehrung durch Theilung fortsetzen, woraus CIENKOWSKI wohl mit vollem Recht den Schluss ziehen konnte, dass die gelben Zellen selbstständige Organismen, einzellige Algen sind und nicht den *Radiolarien* angehören.¹ HERTWIG, der die Zugehörigkeit der gelben Zellen zum Organismus der *Radiolarien*, CIENKOWSKI gegenüber, entschieden behauptete,² erklärt sich nach neueren Untersuchungen für die Richtigkeit der CIENKOWSKI'schen Ansicht.³ Wenn somit die gelben Zellen nicht dem Organismus der *Radiolarien* angehören, so obwaltet kein Hinderniss: die *Radiolarien* so wie auch die übrigen *Rhizopoden*, trotz ihrer hohen Differenzirung für einzelne Organismen zu halten.

Indem sich die Kenntniss der Organisation der Protisten in dieser Richtung weiter entwickelte und klärte, musste die Annahme von CLAPAREDE und LACHMANN, wonach die Zusammensetzung der Sarcode der Protisten aus Zellen und Geweben nur wegen der Unvollkommenheit der angewandten histologischen Untersuchungsmethoden nicht erkannt werden kann, immer mehr an Credit einbüßen, wogegen die Lehre von der Einzelligkeit aller, oder mindestens der meisten Protisten immer tiefere und kräftigere Wurzeln schlug. Heutzutage könnte man wohl keinen einzigen competenten Fachmann nennen, der die Zusammensetzung der Protisten aus Geweben vertreten würde; es herrscht diesbezüglich nur eine Ansicht, jene, dass der Protistenleib der Gewebe entbehrt, und diese Ansicht wird mit v. SIEBOLD und KÖLLIKER auch von STEIN, ENGELMANN, GEGENBAUR, HAECKEL, HUXLEY, E. VAN BENEDEN, CIENKOWSKI, CLAUS, E. F. SCHULZE, BÜTSCHLI, R. HERTWIG u. A. getheilt. Die Controverse beschränkt sich auf die eine Frage, ob die mit mehreren Kernen versehenen Protisten für einzellig oder für potentia mehrzellig, das heisst aus so vielen Zellen bestehend angesehen werden sollen, als Kerne vorhanden sind; dass aber auch die als mehrzellig inponirenden Protisten — wie die *Radiolarien* — eigentliche Gewebe entbehren, und dass deren Grundsubstanz, wie bei den Thier- und Pflanzenzellen aus Sarcode oder Protoplasma besteht, hierüber stimmen die Ansichten vollkommen über-

ein. Wie gross der Unterschied hinsichtlich der histologischen Structur zwischen Protisten und höheren Organismen ist, darüber äussert sich HAECKEL mit folgenden, ebenso zutreffenden als schönen Worten: «Bei den meisten Protisten ist der ganze Körper zeitlebens nur eine Zelle. Aber auch bei jenen Protisten, welche in entwickeltem Zustande vielzellig sind, finden wir niemals wahre Gewebe und Organe, niemals jene eigenthümliche Arbeitstheilung und Anordnung der Zellen, welche den wahren Thierkörper und den wahren Pflanzenkörper auszeichnet. Denn hier beherrscht immer die Gesammtform des Körpers die ganze Anordnung und Bildung der Zellen, ihre Verbindung zu den Geweben und Organen, aus denen er zusammengesetzt ist. Bei den vielzelligen Protisten bewahren die gesellig verbundenen Zellen stets mehr oder weniger ihre Selbstständigkeit; sie bilden immer nur sehr lockere Gesellschaften, sociale Verbände ohne Arbeitstheilung, die nicht als centralisirte Staaten anerkannt werden können. Wenn wir vorher den einzelnen Organismus des Thieres, wie der Pflanze einem wohlorganisirten Culturstaate verglichen, so können wir dagegen die lockeren Zellenhaufen der vielzelligen Protisten höchstens mit den rohen Horden der uncivilisirten Naturvölker vergleichen. Die meisten Protisten bringen es aber wie gesagt, nicht einmal zur Bildung solcher Zellen-Horden, zu dieser niedersten Stufe der Association; sie ziehen es vor, als Einsiedler für sich zu leben und ihre volle Selbstständigkeit in jeder Beziehung zu bewahren. Die meisten Protisten bleiben zeitlebens isolirte Zellen, sie leben als Zellen-Einsiedler.»¹

Unter polycellulären Protisten versteht HAECKEL die *Radiolarien*, ferner die mit mehreren Kernen versehenen *Infusorien* und *Rhizopoden*. Mit Bezug auf die ersteren, d. i. *Radiolarien*, habe ich bereits ausgeführt, dass eine Vielzelligkeit nicht besteht, dass somit die *Radiolarien* mit vielen anderen *Rhizopoden* und vielen Ciliaten bloß als mehrkernig können angesprochen werden. Er fragt sich nun, ob man berechtigt ist Organismen, deren Protoplasma-leib mehrere Kerne in sich birgt, wenn diese Kerne niemals besonderen Zellen angehört haben, für aus eben so vielen Zellen bestehend zu betrachten, als Kerne vorhanden sind? Hält man die Ansicht, dass jede Zelle bloß einen Kern enthalten kann, und dass der vielfach gebräuchliche Ausdruck, vielkernige Zelle

¹ AMA. VII. (1870).

² Zur Histologie der *Radiolarien*. 19.

³ Der Organismus der *Radiolarien*. 118.

¹ Das Protistenreich, (1878). 17, 18.

wie HAECKEL wiederholt betont, eine contradictio in adjecto involvire, mithin die vielkernigen Zellen eo ipso als viele Zellen aufzufassen sind — als Dogma aufrecht;¹ so müssen die polynucleären Protisten theoretisch jedenfalls für vielzellig angesehen werden, trotzdem der Protoplasmaleib ein Ganzes bildet und die Protoplasmatheiligen nicht an einzelne Kerne gebunden sind. In diesem Fall müssten folgerichtig auch die farblosen Blutzellen, die Riesenzellen und viele andere vielkernige Gewebelemente bei Thieren für vielzellig gehalten werden, ferner aber zahlreiche bislang für kernlos gehaltene Zellen von Pilzen — so z. B. von *Empusa*, *Achlya*, *Saprolegnia* — in welchen neuestens von MAUPAS² und SCHMITZ³ mehrere Kerne nachgewiesen wurden, von der niederen Stufe der kernlosen Zelle oder Citode auf einmal zum Rang der Vielzelligkeit erhoben werden. Indem ich in Erwägung ziehe, dass es sowohl unter den zu Geweben vereinigten, als auch unter den vereinzelt lebenden Elementarorganismen welche giebt, deren einheitlicher Werth durch die Kernvermehrung nicht die geringste Einbusse erleidet, halte ich jene Auffassung von JHERING für richtig, wonach das Zellenschema leichter eine Modification verträgt, als dass mehrere Kerne enthaltende morphologische Einheiten für mehrere Zellen anzusprechen seien. Diesbezüglich macht JHERING die treffende Bemerkung, dass ja auch an dem morphologischen Werth des Zellkernes nichts dadurch geändert wird, ob er nun viele, wenige ein oder gar kein Kernkörperchen enthält, und ebenso bleibt auch der morphologische Werth der Zelle durch die Kernvermehrung unberührt.⁴ Wird nun am Zellenschema diese wünschenswerthe und nöthwendig erscheinende Modification gemacht, und lässt man die Möglichkeit der Vielkernigkeit der Zelle zu: so kann die langwierige Controverse um den morphologischen Werth der Protisten für abgeschlossen erachtet werden, und mit voller Anerkennung müssen wir uns des tiefdenkenden Naturforschers erinnern, der vor 35 Jahren, als die EHRENBURG'sche Lehre von der hohen Organisa-

tion ihre grössten Triumphe feierte, nicht zögerte die fundamentale Wahrheit auszusprechen, dass die Stufenleiter der Organismen mit einzelligen Wesen beginne.

Organe der Protisten.

Da die Protisten nicht aus Geweben zusammengesetzt sind, kann vor Allem die Frage auftauchen, ob denn hier von Organen überhaupt gesprochen werden darf? Eine bestimmte Antwort auf diese Frage ist erst nach Klärung des Begriffes «Organ» möglich. HAECKEL definirt die Organe aus rein morphologischem Gesichtspunkt mit folgenden Worten: Eine constante einheitliche Raumgrösse von bestimmter Form, welche aus einer Summe von mehreren bestimmten Plastiden (entweder von Cytoden oder von Zellen, oder von Beiden), in constanter Verbindung zusammengesetzt ist, und welche nicht die positiven Charaktere der Form-Individuen dritter bis sechster Ordnung erkennen lässt.»^{*1} Diese Definition ist, wie HAECKEL selbst eingesteht, wegen ihres theilweise negativen Inhalts, lückenhaft; kürzer und doch ausdrucksvoller ist die, auch die physiologische Seite der Organe würdigende Definition von MARGÓ: Unter Organen versteht man eine gewisse Summe von Elementartheilen und Geweben, welcher eine bestimmte Form und Function zukommt.»² Nach diesen Definitionen, welche den Organ-Begriff mit gewissen Gewebsstructuren in Verbindung setzen, können die Protisten eigentliche Organe nicht besitzen, und kann HAECKEL in seinen oben citirten Worten über die Bestimmung des morphologischen Werthes der Protisten consequent behaupten, dass wirkliche Organe bei den Protisten nicht vorkommen.^{**} Sind aber diese Definitionen der

* HAECKEL unterscheidet folgende sechs Form-Individuen: 1. Plastiden (Cycloden u. Zellen); 2. Organe, 3. Antimere, 4. Metameren, 5. Personen oder Prosopen, 6. Cormen, Stöcke od. Colonieen. *Generelle Morphologie*. Bd. I. S. 266.

¹ *Generelle Morphologie der Organismen*. Berlin. 1866. Bd. I. S. 291.

² *Handbuch der wissenschaftl. Zoologie*. Pest 1868. S. 55 (ungarisch).

** An einer anderen Stelle schreibt aber auch HAECKEL, den Moneren gegenüber, den übrigen Protisten sowie den Zellen Organe zu: «Jede echte Amöbe, jede echte (d. h. kernhaltige) thierische und pflanzliche Zelle, jedes thierische

¹ Die Kalkschwämme. Berlin (1872) I. 105. Ferner: *Zur Morphologie der Infusorien*. Jen. Z. VII. (1873) 529.

² Sur quelques protorganismes animaux et vegetaux multinucleés. CR. (1879) 250.

³ Untersuchung über die Zellkerne der Thallophyten. Bonn. (1879).

⁴ Befruchtung und Furchung des thierischen Eies. (1878), 42.

Organe hinreichend? Ohne Zweifel sind sie es für die meisten Organe, namentlich für die sogenannten zusammengesetzten oder heteroplastischen, und die einfachen oder homoplastischen Organe. Doch können dieselben eben so wenig auf sämtliche Organe hinreichend sein und angewendet werden, wie viele andere, in Ermangelung besserer, allgemein gebrauchte Definitionen; giebt es ja doch noch einfachere Organe als die homoplastischen, z. B. die einzelligen Drüsen, die einzelligen Muskel bei niederen Thieren, gewisse Sinneszellen u. A. Doch auch diese Organe sind noch immer nicht die einfachsten; bei den aus Geweben zusammengesetzten Organismen giebt es noch um Vieles einfachere, welche nicht einmal den Werth einer einzigen Zelle repräsentiren, wie z. B. die Chlorophyll-Körperchen der Pflanzen, die Nesselorgane der Coelenteraten, die lichtbrechenden Cornea des Arthropoden-Auges, Haare und Schuppen der Arthropoden, die sehr complicirt organisirten Kiefer der Rotatorien, Haken, Borsten und Stachel der Würmer etc.; auf alldas wird der Ausdruck «Organ» allgemein und meines Erachtens vollkommen richtig angewendet, obschon die obige Definition hier nicht passend wäre. Aus dem Gesagten geht nun deutlich hervor, dass beim Festhalten an der allgemein gebräuchlichen Definition, nicht einmal gewisse Organe der aus Geweben zusammengesetzten Organismen als solche könnten angesprochen werden, voraus aber bei weitem nicht gefolgert werden dürfte, dass es keine echten Organe sind, sondern bloß die Unzulänglichkeit der Definition des «Organs» hervorgeht. Um den Begriff «Organ» befriedigend zu definiren, dazu ist es, meiner Auffassung nach, nothwendig, dass man von dem rein physiologischen ursprünglichen Begriff ausgehe, welcher in den Organen Werkzeuge der Bionten erblickt; der morphologische Werth soll und muss erst in zweiter Reihe, bei der Classification der Organe, in Betracht kommen. Von dieser Grundlage aus bietet sich uns, wie mir scheint, eine in jeder Hinsicht befriedigende Definition von selbst dar; dieselbe liesse sich in folgende Worte fassen: Organe sind differenzirte Körpertheile, welche zur Erfül-

lung gewisser Arbeiten des Körpers der Bionten berufen sind,* mögen sie nun aus heterogenen oder homologen Gewebelementen construirt, oder einzellig, oder Theile von Zellen, ja vielleicht sogar bloß consolidirte Zellsecrete sein (wie z. B. die aus Chitin bestehenden Haare, Schuppen, Kiefer, Haken etc.). Bei dieser Definition des Begriffs «Organ» wird man auch den Zellen echte Organe nicht absprechen, was denn auch der Fall ist, so oft man die Zellen mit dem zutreffenden Brücke'schen Ausdruck Elementarorganismen nennt, denn schliesslich kann ja doch nur etwas mit Organen Versehenes ein Organismus genannt werden. In diesem Sinne konnte ich schon weiter oben bei den Gewebelementen und in diesem Sinne kann man auch bei den Protisten von echten Organen sprechen. Da aber der Begriff «Organ» in erster Reihe ein physiologischer ist, halte ich den HAECKEL'schen Vorschlag, Mund und After der Protisten als mit den betreffenden Organen der Thiere nicht homolog, fortan Cystostoma und Cystopyge zu nennen,¹ für ganz überflüssig; es versteht sich das ohnedies von selbst und wäre eine überflüssige Belastung der Wissenschaft mit neuen Terminis, gerade wie wenn man die einzelligen und vielzelligen Drüsen, dann die Chitinhaare, sowie die ein- und vielzelligen Haare mit besonderen Terminis bezeichnen wollte.

Viel wichtiger als der Streit, ob die Protisten-Organen echte oder unechte Organe, ferner wie Mund und After der Infusorien sollen genannt werden, ist die der Lösung harrende Frage: ob die Protisten und die Organe der Zellen, sowie die Zellen selbst, nicht wie die aus Zellen aufgebauten Organe und die vielzelligen Organismen aus selbständig lebenden Einheiten zusammengesetzt sind? In seiner mit Recht berühmt gewordenen Abhandlung über die Elementarorganismen sagt BRÜCKE² Folgendes: «Ich nenne

* Die sogenannten «rudimentären Organe» verrichten zwar während des individuellen Lebens keine Functionen, man kann jedoch mit Recht voraussetzen, dass sie in der phylogenetischen Reihe gewissen Functionen nachkamen; es dient sogar der Ausdruck «rudimentär» bei vielen bloß zur Bemäntelung unserer Unwissenheit, da manche der «rudimentären Organe» offenbar bloß in den vollkommen entwickelten Organismen keine Functionen verrichten, in gewissen Stadien der individuellen Entwicklung aber functionirte.

¹ Zur Morphologie der Infusorien. S. 547.

² Die Elementarorganismen. Sitzungsber. d. math. naturw. Classe d. k. Akad. Bd. 44. Abth. II. Wien 1862.

Ei ist in diesem Sinne bereits ein elementarer Organismus aus zwei verschiedenen Organen, dem inneren Kern (Nucleus) und dem äusseren Zellstoff (Plasma oder Protoplasma) zusammengesetzt (Studien über Moneren und andere Protisten, Leipzig 1870, S. 4.)

die Zellen Elementarorganismen, wie wir die Körper, welche bis jetzt chemisch nicht zerlegt worden sind, Elemente nennen. So wenig die Unzerlegbarkeit dieser bewiesen ist, so wenig können wir die Möglichkeit in Abrede stellen, dass nicht vielleicht die Zellen selbst noch wiederum aus anderen, noch kleineren Organismen zusammengesetzt sind, welche zu ihnen in einem ähnlichen Verhältnisse stehen, wie die Zellen zum Gesamtorganismus; aber wir haben bis jetzt keinen Grund dies anzunehmen.»

Seit BRÜCKE diese Worte geschrieben, hat die Zusammengesetztheit und Zerlegbarkeit der Elemente viel an Wahrscheinlichkeit gewonnen; ferner führen die neueren Forschungen über die feinere Structur der Elementarorganismen, meiner Ansicht nach, der Auffassung immer näher, dass diese selbst wieder aus noch kleineren Elementarorganismen zusammengesetzt sind, welche sich zu denselben, wie die Zellen zum Gesamtorganismus verhalten. Die Voraussetzung der Existenz dieser winzigen lebenden Einheiten, von welchen die Zellen aufgebaut sind, wäre jedenfalls geeignet der Entwicklung gewisser hoher Differenzirungen der Organisation der Protisten das Mysteriöse zu nehmen. — Ferneren Untersuchungen dürfte es vorbehalten sein zu entscheiden, ob diese hypothetischen Einheiten thatsächlich existiren.

Die Grundsubstanz des Protistenleibes.

Durch die neueren Untersuchungen wird, wie ich Gelegenheit hatte ausführlich zu erörtern, unwiderleglich bewiesen, dass die Grundsubstanz der Protisten aus Sarcode oder Protoplasma besteht, welches bei den meisten Protisten in eine zumeist ganz körnerlose, hyalin durchsichtige Rindenschicht, das *Rindenplasma* (*Ecto-* o. *Exoplasma*, *Ecto-* o. *Exosarc*, *Rindenparenchym*) und in eine granulirte Innensubstanz, das *Innenplasma* (*Entoplasma*, *Entosarc*, *Innenparenchym*) differenzirt ist, doch geschieht der Uebergang ohne jede scharfe Grenze, und ist letzteres keineswegs, wie CLAPARÈDE und LACHMANN annahmen, die Füllung eines präformirten Hohlraumes. Der Unterschied zwischen der dichtereren Rindenschicht und dem flüssigeren Innenparenchym wurde, meines Wissens, zuerst von COHN im Jahre 1851 hervorgehoben.²

Wo die zweierlei Bestandtheile des Protoplasma-

² Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Infusorien. ZWZ. III. 263.

leibes deutlich geschieden sind, wird der Verdauungs- und Assimilationsprocess ausschliesslich durch das Innenplasma besorgt, während das Rindenplasma nicht nur zu den animalischen Lebensfunctionen, sondern auch noch zur Aufnahme anderer wichtiger Organe berufen ist. Das Innenplasma bildet eine halbfliessige, breiige Substanz, welche neben dicht gesäeten überaus winzigen blassen Körnchen auch grössere, stärker lichtbrechende, oder unregelmässig geformte Brocken enthält; dieselben erinnern lebhaft an die Dotterkörperchen mancher Eier, und bestehen nach BÜTSCHLI aus einer, auf Zusatz von Jod und Schwefelsäure sich bläuenden eiweissartigen amyloiden Substanz;¹ dass diese Körperchen keine von Aussen aufgenommene fremde Einschlüsse sind, wird durch deren Vorkommen bei den mundlosen *Opalinen*, *Acinetinen* und *Gregarinen* klar bewiesen; bei zahlreichen *Heliozoen* und *Radiolarien* enthält das Protoplasma neben den Brocken auch farbige Oeltröpfchen, bei den chlorophyllhaltigen *Flagellaten* Amylum- und Paramylum-Körperchen. Von den eben erwähnten Brocken, welche offenbar Reservesubstanzen entsprechen, sind gewisse nicht immer vorhandenen, sehr stark lichtbrechenden Körperchen von ganz verschiedener Natur zu unterscheiden, welche bald schütter, bald dicht zerstreut, oder an gewissen Stellen angehäuft vorkommen. Die infolge der starken Lichtbrechung bei durchfallendem Licht in der ganzen Masse schwarz, einzeln aber schwarz contouirt erscheinenden Körperchen bilden sehr kleine, scheinbar kugelige Körnchen, oder kleine Stäbchen; bei *Paramecium Aurelia* fand ich diese Stäbchen häufig zu zweien oder dreien verwachsen und die Formen A, K, X darstellend. Diese dunkeln Körnchen wurden von mehreren Forschern, die sich mit der Conjugation der Infusorien beschäftigten, erwähnt; ich habe dieselben bei der Beschreibung des im Salzwasser lebenden *Lionotus Farciicola* gleichfalls erwähnt,² und die BÜTSCHLI'sche Ansicht, dass es Producte des während der Conjugation sehr lebhaften Stoffwechsels seien,³ dahin ergänzt, dass es höchst

¹ Notiz über das Vorkommen einer dem Amyloid verwandten Substanz in einigen niederen Thieren. AAP. (1870) 365. — Ferner: Einiges über Infusorien. AMA. IX. (1873) S. 671.

² Ueber einige Infusorien im Salzsee zu Szamosfalva. Természettudományi Füzetek. II. (1878) 229 (ungarisch).

³ Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle etc. 421.

wahrscheinlich dem Werth nach Harnconcretionen entsprechende Spaltungsproducte sind, wofür besonders deren scheinbar vollkommene Uebereinstimmung mit den bei den niederen Thieren sehr verbreiteten Körnchen von harnsaurem Natron spricht. Diese Spaltungsproducte gelangen bei manchen Infusorien in die Protoplasmaströmungen, und werden an den Körperenden, wo die Strömung abbiegt, deponirt; an diesen Stellen bilden sie dann die dunklen Flecken, welche z. B. bei *Paramecium Aurelia* und bei zahlreichen *Oxytrichinen* an den vorderen und hinteren Körperenden, bei *Metopus sigmoides* bloss am vorderen, bei den *Vorticellinen* aber am Stielende vorkommen; hierher sind offenbar auch die bei zahlreichen beschalteten *Monothalamien*, z. B. den *Englyphen*, bei *Trinema* und *Cyphoderia* vor dem Kern häufig einen dunkeln Gürtel bildenden Körnchen, ferner vielleicht auch die im intracapsulären Protoplasma der *Radiolarien* häufig vorkommenden Krystalle zu rechnen. Bei den Protisten, welche feste Nahrung aufnehmen, ist es wegen der mit den Protoplasmaschöllchen vermengten fremden Einschlüsse häufig sehr schwer, das zum Protoplasma Gehörige und das von Aussen in das Parenchym Gelangte aus einander zu halten. Die in Verdauung befindlichen verschlungenen Fremdkörper sind entweder einfach in das Protoplasma eingebettet, oder von einem wasserklaren Hof umgeben; es sind das die *Verdauungs-Vacuolen*, durch welche EHRENBURG zur Annahme eines polygastrischen Apparates geführt wurde. Neben diesen Verdauungs-Vacuolen kommen bei zahlreichen Protisten im Entoplasma häufig auch grosse Safthöhlen vor, zwischen welchen das Protoplasma, wie bei rasch wachsenden Pflanzenzellen, oder in den Entoderm-Zellen der Hydroiden, ein netzartiges Balkenwerk bildet; dies ist z. B. unter den Ciliaten bei *Trachelius Ovum*, ferner bei den *Noctilucae* der Fall. Aehnliche Saft Räume lassen das Protoplasma von *Actinosphaerium Eichhornii* und anderer Rhizopoden ganz schaumig erscheinen; nach HERTWIG würden die im extra- und intracapsulären Protoplasma der *Radiolarien* vorkommenden sogenannten Alveolen gleichfalls ähnlichen Saft Räumen entsprechen.

Wie bereits oben erwähnt, wurde die Rotation des Entoplasma bei *Paramecium Bursaria* von FOCKE schon im Jahre 1836 beobachtet und als gewichtiges Argument gegen den EHRENBURG'schen polygastrischen Apparat verworfen. Diese mehr für die äusse-

ren, als für die inneren Partien des Entoplasma charakteristische Strömung wurde mit der gewisser Pflanzenzellen, z. B. der prachtvollen Plasmaströmung der Charazellen, vielfach verglichen, welcher Auffassung gegenüber der fraglichen Strömung von STEIN eine ganz andere und, wie ich, gestützt auf zahlreiche Beobachtungen, behaupten kann, dem wahren Sachverhalt vollinhaltlich entsprechende Deutung zu Theil ward.¹ Bei *Paramecium Bursaria* bewegt sich die strömende Masse dem linken, längeren und gekrümmteren Körperrand entlang nach vorne, wendet sich am vorderen Körperende nach rechts und ist nun dem kürzeren und geraderen rechtsseitigen Körperrand entlang nach hinten gerichtet, um am hinteren Körperende wieder nach links und vorne umzubiegen. In Erwägung nun, dass der kurze, trichterförmige Schlund an der hinteren Körperhälfte links gelegen, dessen zum Entoplasma führendes Hinterende aber nach links gebogen ist, ferner dass durch diesen Schlund ein energischer Nahrungsstrom ununterbrochen unterhalten wird, welcher nach Passirung des Schlundes eine gewisse constante Richtung gewinnt: wird es kaum zu bezweifeln sein, dass das Protoplasma durch diesen Strom in Circulation versetzt und gehalten wird. Ganz auf die nämliche Weise kommt eine zumeist viel langsamere Strömung bei allen mit persistirendem Mund und Schlund versehenen Ciliaten und Flagellaten, während bei Protisten ohne Mund und Schlund diese regelmässige Circulation nicht beobachtet wird, worin jedenfalls ein sehr gewichtiger Beweisgrund für die Richtigkeit der STEIN'schen Erklärung gegeben ist.

Ganz anderer Natur sind die Strömungen, welche in dem netzförmigen Balkenwerk des Entoplasma der *Noctilucae* von QUATREFAGES bereits im Jahre 1850 beobachtet und deren Vorhandensein von allen neueren Forschern bestätigt wurde;² letztere Strömungen gehören zu den activen Bewegungserscheinungen des Protoplasma und sind mit der in Pflanzenzellen, z. B. in den berühmt gewordenen Zellen der Staubfadenhaare von *Tradescantia*, oder an den Pseudopodien gewisser Rhizopoden zu beobachtenden Strömungen vollkommen identisch; hierüber soll weiter unten Ausführlicheres mitgetheilt werden.

Das Entoplasma geht bei den meisten Protisten

¹ I. S. 57.

² M. SCHULTZE, Die Polythalamien. 38. — CIRNKOWSKY, Ueber *Noctiluca miliaris* Sur. AMA. IX. (1873) 47.

an der Oberfläche in eine resistenterere und consistenterere, zumeist, aber nicht immer ganz homogene, hyalin durchsichtige Grenzschiebt über. Bei scharf differenzirtem Ectoplasma, wie z. B. bei den grösseren *Amoeben* und zahlreichen *Ciliaten*, sind an demselben eigentlich zwei verschwommen in einander übergehende Schichten zu unterscheiden: eine flüssigere, gummilösungartige innere, welche allmählig in das Innenparenchym übergeht, und beim Zerfliessen des Protisten zu wasserklaren Tropfen aufquillt, ferner eine viel consistenterere äussere Schicht. Letztere ist zuweilen bis zur Rigidität consistent, so dass der Protist gepanzert erscheint, ohne einen ausgebildeten Panzer zu besitzen: beim Zerfliessen quillt nämlich auch diese rigide Grenzschiebt, als ob sich die starre Masse lösen möchte. Dies kann z. B. an den *Stylo-nychien*, *Euplotinen* und *Arpidiscinen*, oder unter den *Flagellaten* an den *Cryptomonaden* beobachtet werden, worauf schon DUJARDIN hinwies, und was von STEIN,¹ sowie auch von CLAPARÈDE und LACHMANN hervorgehoben wird.²

Cuticula, Skelete, Schalen.

EHRENBERG gegenüber, der in den Protisten stets Miniature-Bilder der höheren Thiere erblickte und denselben auch ein mit hochdifferenzirter Musculatur versehenes Integument zuschrieb, hat DUJARDIN nachgewiesen, dass die Rhizopoden aus gänzlich membranloser Sarcode bestehen; desgleichen behauptete er, dass alle Infusorien mit leicht zerfliessendem Leibmembranlos seien, während der den Repräsentanten mehrerer Familien (*Leucophryens*, *Parameciens*, *Vorticelliens*, *Urceolariens*) eine netzförmige Membran zuschrieb. COHN hat durch genaue Untersuchungen zuerst nachgewiesen, dass die Infusorien in der That mit einer, durch geeignete Reagentien vollständig abhebbaren zarten Membran versehen sind, und bezeichnete sie als *Cuticula*.³ Weitere Untersuchungen führten zur Bestätigung der COHN'schen Beobachtung, aber auch zu dem Beweis, dass nicht alle Ciliaten mit einer Membran bedeckt, dass es sogar gerade die sogenannten gepanzerten Ciliaten sind, bei welchen, wie eben erwähnt, die Grenzschiebt zu einer besonderen Cuticula nicht verdichtet ist. Constant von einer Cuticula bedeckt sind ferner die *Gregar-*

nen und *Noctilucen*, sowie auch zahlreiche *Flagellaten*. Von einer echten Cuticula kann natürlich nur in dem Fall die Rede sein, wenn es gelingt entweder unmittelbar oder nach Behandlung mit Reagentien eine doppelt contourirte Membran zu unterscheiden, wie z. B. bei den *Gregarinen*; wo diese stärker und resistenter ist, kann sie einen wahren Panzer vorstellen. Da jedoch die Dicke der Cuticula innerhalb verhältnissmässig weiter Grenzen schwanken kann, so wird im gegebenen Fall deren Vorhandensein oder Fehlen strittig sein können; dies gilt z. B. von den, mit den übrigen Rhizopoden allgemein für membranlos gehaltenen *Amoeben*, bei welchen AUERBACH die in seiner Abhandlung über die Einzelligkeit dieser Protisten ausgeführte Ansicht vom Vorhandensein einer Cuticula für gewisse *Amoeben* auch nach seinen neueren Untersuchungen aufrecht hält.¹ Jedenfalls nimmt die Cuticula mit einer unendlich feinen, consistenteren *Grenzschiebt* ihren Anfang, und hängt es ganz von der subjectiven Auffassung ab, schon diese Grenzschiebt als Cuticula in Anspruch zu nehmen oder nicht. Jeder Streit hierüber artet in Haarspalterei aus, denn, wie FREY von der Zellmembran sehr zutreffend bemerkt: «Kein Mensch vermag anzugeben, wo denn eigentlich eine solche Membran beginnt.»²

Die Cuticula der Protisten ist nicht immer structurlos, sondern zuweilen aus einem Mozaik kleiner Felder zusammengesetzt, wie wenn sie aus überaus kleinen Zellen gebildet wäre: dies fand HERTWIG bei *Leptodiscus Medusoides*. In anderen Fällen ist die Cuticula in grössere polygonale Plättchen getheilt, wie an dem Panzer der *Peridinceen*, und es können diese Täfelchen wieder aus einem feinen, netzartigen Mozaik bestehen. Bei zahlreichen Ciliaten und Flagellaten ist die Cuticula in einer Richtung oder in zwei sich gegenseitig kreuzenden Richtungen fein gestreift; die Streifen haben zumeist einen mehrweniger gekrümmten Verlauf und sind, was schon im Jahre 1839 von MEYER hervorgehoben wurde,³ und worauf COHN aufs Neue hinwies,⁴ — mit der ähnlichen feinen Streifung der Cuticula von Pflanzenzellen vollkommen übereinstimmend. Zuweilen

¹ I. S. 56.

² I. S. 16.

³ Ueber die Cuticula der Infusorien. ZWZ. V. (1854).

¹ Organologische Studien. II. S. 235.

² Grundzüge der Histologie. (1875) S. 8.

³ Einige Bemerkungen über den Verdauungsapparat der Infusorien. AAP. (1859).

⁴ Op. cit. S. 426.

sind die Cuticularstreifen aus winzigen Kügelchen von gleicher Grösse zusammengesetzt, gewissermassen perlschnurartig, wie z. B. bei *Euglena Spirogyra*, oder dem von mir aus Salzwasser beschriebenen *Phacus striatus*;¹ in noch anderen Fällen kann die ganze Cuticula aus solchen Kügelchen bestehen, wie die abstehende Cuticula, die sogen. Skeletmembran der von HERTWIG beschriebenen *Podophrya gemmipara*.² Diesen kurz berührten Zeichnungen können sich auch noch gewisse Skulpturen, hervorragende Kämme, Warzen, Stachel etc. anreihen.

Ueber die chemische Zusammensetzung der Cuticula der Protisten ist aus den COHN'schen Untersuchungen so viel bekannt, dass dieselbe der Cellulose und dem Chitin näher steht, als der animalischen Zellmembran;³ doch ist die genaue chemische Constitution derzeit noch nicht bekannt.

Die für viele Protisten so charakteristischen, verschieden geformten Kapseln, abstehenden Panzer, Schalen, Gehäuse und Skelete müssen ohne Zweifel auch den Cuticulargebilden zugezählt werden; es sind das Membranen, welche sich von der Oberfläche des Protistenleibes abgehoben haben, was durch die *Acinetinen* am überzeugendsten bewiesen wird, wo, wie CLAPAREDE und LACHMANN sehr zutreffend erwähnen, von der abstehenden Kapsel, bis zu dem an den Leib sich anschmiegenden Panzer oder der feineren Cuticularmembran alle Uebergänge angetroffen werden.⁴

Wie die Form, so ist auch die feinere Structur dieser Kapseln, Gehäuse und Schalen unendlich verschieden; die gefälligen Formen die häufig überraschend zierliche Zeichnung und die reiche Skulptur liefern insbesondere bei gewissen Rhizopoden ein das Auge wahrhaftig ergötzendes Bild, und gehören unter die Prachtobjecte mikroskopischer Präparate. Das Innere dieser Schalen und Gehäuse bildet zu meist einen einzigen Hohlraum und ist nur bei den *Polythalamien* von durchlöcherten Scheidewänden in mehrere Kammern, bei den fossilen *Nummuliten* in übereinander angeordnete Gallerieen von complicirter Structur eingetheilt. Die meist einzige Oeffnung, durch welche der Protist mit der Aussenwelt verkehrt, wird bei den *Polythalamien* durch unzählige

feine Porenkanälchen ersetzt, von welchen die Schale siebartig durchbrochen erscheint; dies ist der Grund, weshalb diese Rhizopoden von D'ORBIGNY *Foraminiferen* benannt wurden; von ähnlichen Poren durchbrochene Schalen besitzt der von mir unter dem Namen *Orbulinella smaragdea* beschriebene *Salzwasser-Rhizopode*.¹ Bei den *Radiolarien* und einigen *Heliozoen* sind die Schalen von grösseren Oeffnungen durchbrochen, zwischen welchen die Schalensubstanz ein feines Netzwerk bildet, wie wenn die Kapseln aus feinen Spitzen zusammengesetzt wären; eine ähnliche Structur ist unter den Ciliaten für die Schalen der *Dictyocystiden* charakteristisch.

Die Kapseln und Schalen bestehen entweder, wie die den Leib bedeckende Cuticula, aus einer chitinartigen Substanz, oder — wie zuweilen auch die Panzer (z. B. *Peridincen*, *Coleps*) — verkieselt, wie z. B. bei den *Euglyphen*, *Heliozoen*, und *Radiolarien*, oder endlich durch Ablagerungen von kohlensaurem Kalk erhärtet, wie bei den meisten *Polythalamien* und den *Nummuliten*. Diesen harten Schalen gegenüber wird das andere Extrem durch Hüllen vertreten, welche, wie bei manchen Ciliaten und Flagellaten, aus einer granulirten gallertartigen Substanz gebildet sind.

Die «bildende Kunst» des Protoplasma, wie sich HAECKEL treffend ausdrückt,² vermag Skelete nicht nur an der äusseren Oberfläche, sondern auch im Inneren zu formen; es können daher auch im Inneren des Protoplasmas Skelettheile abgesondert werden. Hierher gehören die bei den *Radiolarien* und *Heliozoen* aus Kieselsäure gebildeten Nadeln, Spiculae von verschiedener Form, Grösse und Anordnung, ferner spitzenartige Gitter von der verschiedensten Feinheit und Structur (daher der Name «Gitterthierchen» bei EHRENBURG), welche, wie bei den Spongien, dem weichen Leib als Stütze dienen.

Von der Cuticula und den soeben behandelten Kapseln und Schalen sind die gänzlich geschlossenen Kapseln, in welche sich die Protisten unter gewissen Verhältnissen, anlässlich der sogen. *Encystirungen* einschliessen, was ihre Entstehung betrifft, kaum verschieden. Wesen und Bedeutung dieses Encystirungsprocesses soll weiter unten besprochen werden.

¹ Természetrajzi Füzetek. II. S. 253.

² Ueber *Podophrya gemmipara*. M.J. I. (1875) S. 28.

³ Op. cit. S. 425.

⁴ I. S. 17.

¹ Természetrajzi Füzetek, I. 1877. S. 164. (ungarisch).

² Protistenreich. S. 38.

Differenzirungen des Ectoplasma. Stäbchenförmige Körperchen.

Das Rindenplasma ist, wie bereits erwähnt, zu meist, aber nicht immer hyalin, nicht granulirt. Dasselbe enthält, insbesondere in der tieferen Schicht, häufig Amyloid-Körperchen, bei den *Flagellaten* aber und, wie AUERBACH nachwies, bei manchen *Amoeben* Stärke- und Paramylon-Körperchen, oder winzige, stark lichtbrechende Kügelchen von unbekannter Natur; daselbst finden sich auch die nicht selten vorkommenden Chlorophyll-Kügelchen, welche weiter unten des Näheren besprochen werden sollen. Von den allenfalls vorhandenen verschiedenfarbigen Pigmenten wird gleichfalls das Ectoplasma tingirt.

Bei manchen *Ciliaten* ist die oberflächliche Ectoplasmaschicht aus dicht gedrängten, kleinen Prismen, welche winzigen Cylinderepithel-Zellen ähnlich sehen, zusammengesetzt und verleihen derselben eine wabenähnliche Structur. Diese eigenthümliche Structur wurde von BÜTSCHLI bei *Bursaria truncatella* entdeckt; ich kenne die nämliche Structur bei einer in der Umgebung von Klausenburg sehr häufig vorkommenden neuen Art von *Prorodon*, welche dem EHRENBURG'schen *Prorodon niveus* am nächsten verwandt ist. Die Verschiedenheit dieser Prismen von Epithelzellen wird schon durch das Vorkommen ähnlicher Differenzirungen in der Rindenschicht mancher Zellen hinlänglich bewiesen: so erwähnt BÜTSCHLI ganz ähnliche Prismen aus der Rindenschicht der Epidermis-Zellen von *Pilidium*.¹

Bei vielen Infusorien enthält das Rindenplasma als ganz eigenthümliche Differenzirungen, die gegen die Einzelligkeit der Infusorien so häufig angeführten sogenannten *stäbchenförmigen Körper* oder *Trichocysten*, STEIN's *Tastkörperchen*. Schon im Jahre 1832 beschrieb EHRENBURG bei *Bursaria vernalis* (=chlorophyllführende Varietät von *Cyrtostomum leucas* St.) zwischen den Cilien kleine prismatische Stäbchen, welche in das Rindenparenchym des Leibes gleichsam eingestochen sind. Aehnliche Stäbchen entdeckte OSCAR SCHMIDT im Jahre 1849 bei *Paramecium Aurelia* und *P. caudatum*.² Heute ist das Vorkommen dieser Stäbchen bereits bei sehr vielen Ciliaten, insbesondere den holotrichen Infusorien bekannt, wo dieselben entweder gleichmässig

im ganzen Ectoplasma, oder blos an einzelnen Stellen sitzen. ALLMANN machte im Jahre 1855 die Entdeckung, dass diese Stäbchen bei Behandlung mit Essigsäure feine starre Fäden hervorschleudern und hielt sie daher für übereinstimmend mit den Nesselorganen der Coelenteraten, d. h. für Trichocysten,¹ welcher Ansicht die meisten späteren Forscher sich anschlossen; dem gegenüber hält STEIN die hervorgeschleuderten Fäden für Cilien, welche sich auf die Einwirkung der Reagentien verlängerten, die fraglichen Stäbchen aber, wie M. SCHULTZE die ganz ähnlichen Stäbchen der Turbellarien für *Tastkörperchen*, obschon er nicht in Abrede stellt, dass bei gewissen Infusorien den Tastkörperchen vollkommen ähnliche Stäbchen in der That Fäden ausschleudern und echten Nesselorganen entsprechen. Nichts ist leichter, als insbesondere nach KÖLLIKER's Vorschlag durch Zusatz von Chromsäure,² sich von dem Ausschleudern der Fäden zu überzeugen; ja es genügt sogar die steigende Concentration der Salze und der zunehmende Druck des Deckgläschens, bei Verdunsten des Wassers, dass die Infusorien ihre Fäden, oder richtiger die feinen starren Nadeln auch ohne Zusatz von Reagentien ausschleudern. CLAPARÈDE und LACHMANN erwähnen sogar auch bei einer näher nicht beschriebenen *Euglenenart* mit den Trichocysten der Ciliaten gänzlich übereinstimmende Stäbchen gefunden zu haben;³ offenbar ist der von STEIN in sein neuestes Werk als *Rhaphidomonas Semen* aufgenommene grüne Flagellat⁴ hiermit identisch: bei dieser liegt in der Rindenschicht eine Menge stäbchenförmiger Tastkörperchen oder Trichocysten eingebettet, deren Zahl und Gruppierung je nach den Individuen ausserordentlich wechselt. Es sei hier erwähnt, dass ich sehr feine Stäbchen unter den grünen Flagellaten auch bei *Phacus longicauda* beobachtete; ferner erwähnt BÜTSCHLI, dass er bei der farblosen *Chilomonas Paramecium*, welche er in einer Moos-Infusion züchtete, auf Essigsäurezusatz ähnliche Nadeln, wie bei den *Paramecien* hat hervorschleudern sehen, obschon in den lebendigen Flagellaten keine Stäbchen konnten unterschieden werden.⁵

¹ Vgl. STEIN, ibidem.

² Icones histiologicae. 11.

³ I. S. 23.

⁴ III. Taf. XIII. Fig. 6—12.

⁵ Beitr. zur Kenntniss der Flagellaten. ZWZ. XXX. (1878) S. 245.

¹ Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge etc. Erklärung zu Taf. XI.

² Vgl. STEIN, I. S. 61.

Neben diesen Organen von noch immer zweifelhafter Natur sind aber bei manchen Infusorien denen der Coelenteraten vollkommen gleichgebaute echte Nesselorgane beobachtet worden. CLAPARÈDE und LACHMANN fanden *Ophryodendron Abietinum*, eine auf Campanularien der norwegischen Küste schmarotzende *Acinetine*, meist mit Trichocysten gefüllt, welche denen der Campanularien vollkommen entsprachen.¹ Ferner fand RICHARD GREEF im Rindenplasma einzelner Individuen von *Epistylis flavicans* in grosser Anzahl den Trichocysten der Hydren vollkommen gleichgebaute Kapseln, dieselben bargen spiralig aufgewundene, hervorschleuderbare Fäden;² endlich fand auch BÜTSCHLI in einem von ihm *Polykrikos Schwartzii* benannten See-Infusorium echte Trichocysten, welche in ihrem complicirten Bau den Trichocysten der Coelenteraten in nichts nachstehen.³ Sind diese echten Trichocysten den Infusorien eigene Organe, oder aber bloss von aussen aufgenommen, etwa wie die Polypen-Laus (*Kerona Polyporum*) häufig Trichocysten der Süsswasserhydren verschlingt? Diese berechtigte Frage dürfte ihre Lösung von weiteren gründlichen Untersuchungen erwarten.

Contractilität des Protistenleibes oder Mangel derselben. Myophanstreifen.

Die Protisten behalten entweder ihre Gestalt constant bei, oder sind befähigt dieselbe durch Contraction und Schwellung des Protoplasma mehr weniger zu verändern. Die ametabolischen Protisten sind entweder ganz starr, wie z. B. die *Peridineen* und *Cryptomonaden* unter den *Flagellaten*, sowie unter den Ciliaten die *Stylonychien*, *Euplotinen*, *Arpidiscinen*, oder dieselben sind von einer biegsamen Cuticula bedeckt und können dann ihre Form bloss für die Dauer eines äusseren Druckes passiv verändern.

Von diesen wird der Uebergang zu den *metabolischen Protisten* durch die bloss träger, wurmartiger Verlängerungen und Verkürzungen fähigen Protisten gebildet, wohin die meisten *Gregarinen* und einige *Ciliaten* gehören. Die eigentlichen *metabolischen Protisten* vermögen entweder ihre Gestalt nach allen Richtungen zu verändern, wie die nackten Rhi-

zopoden, namentlich die *Amoeben*, ferner einige *Euglenen* und *Astasien* unter den *Flagellaten*; oder die Gestaltsveränderung besteht in der Fähigkeit, den gestreckten Leib plötzlich, gleichsam krampfhaft zusammenschnellend zu contrahiren, wie z. B. die *Stentoren* und *Vorticellinen*. PERRY verwerthete, wie aus dessen obiger Classification hervorgeht, die Grade der Gestaltsveränderungen, resp. deren Mangel bei der Gruppierung der Ciliaten und unterschied *Spastica*, *Metabolica* und *Monima*. Zum Beweis, wie unhaltbar diese Gruppierung ist, möge hier bloss auf die gewiss sehr natürliche Gruppe der *Oxytrichinen* verwiesen werden, in welcher sowohl *Spastica* (z. B. *Uroleptus*, *Stichotricha*), *Metabolica* (z. B. *Oxytricha*) und *Monima* (z. B. *Stylonichia*) angetroffen werden.

Die Forschungen nach dem Sitz der Contractilität ergaben, dass bei allen Protisten mit differenzirtem Ectoplasma, bloss dieses und zwar dessen oberflächlichste Schicht die Contractionen ausführt. Im einfachsten Falle ist diese contractile Schicht ganz structurlos, hyalin, durchsichtig, wie z. B. bei den *Amoeben*, zahlreichen *Gregarinen*, *Flagellaten* und *Ciliaten*, — es ist das die von ECKER «ungeformte contractile Substanz» genannte wasserklare Sarcod;¹ in anderen Fällen findet man in derselben in gewissen Richtungen verlaufende Bänder differenzirt, welche in physiologischer Hinsicht mit den Muskelfasern übereinzustimmen scheinen und von HAECKEL *Scheinnuskel-* oder *Myophan-Fasern* benannt wurden.²

Am längsten sind diese contractilen Bänder bei gewissen Ciliaten bekannt, bei welchen meist etwas spiralig gewundene blässere, feingranulirte breitere Streifen mit stärker lichtbrechenden nicht granulirten schmäleren Streifen abwechselnd das Ectoplasma entlang verlaufen; erstere treten etwas hervor, während die letzteren in Furchen vertieft sind. Ferner ist auch der im röhrenförmigen Stiel der mit contractilen Stielen versehenen *Vorticellinen* die Axe entlang verlaufende sogen. *Stielmuskel*, welcher auch in extremster Streckung einen schwach wellenförmigen Verlauf zeigt, längst bekannt. Dieser Stielmuskel besteht aus einem in eine blasse, granulirte Corticalschicht gehüllten Band, welches, wie ENGELMANN³

¹ III. S. 144.

² Untersuchungen über den Bau und die Naturgeschichte der Vorticellen. AN. 36. Jahrg. I. (1870) 383.

³ Einiges über Infusorien. AMA. II. (1873) 674.

¹ Zur Lehre vom Bau der contractilen Substanz der niederen Thiere. ZWZ. I. 236.

² Zur Morphologie der Infusorien. 537.

³ Contractilität und Doppelbrechung, AAP. IX. 444.

und WRZESNIOWSKI¹ nachgewiesen haben, wie die sarcous elements mit doppelter Lichtbrechung versehen und ganz homogen, oder aus feinen Fibrillen zusammengesetzt ist, welche am conischen Peduncularende des Vorticellenleibes trichterförmig getheilt in denselben eindringen und nach EVERTS² und ENGELMANN³ bei manchen Vorticellinen bis zum Glockensaum sich fortsetzen. Doppeltbrechend fand ENGELMANN auch die schmalen Streifen der Stentoren.

Die breiteren granulirten Streifen im Ectoplasma der Stentoren hielt EHRENBURG schon im Jahre 1831 für Muskel; dieselben sollen nach ihm zum Bewegen der Cilien dienen, während der quergestreifte Stielsmuskel der *Vorticellinen* die Contractionen des Stieles bewirkt. OSCAR SCHMIDT hat zuerst in seinem Handbuch der vergleichenden Anatomie⁴ darauf hingewiesen, dass die Infusorien stets in der Richtung der Streifen sich contrahiren, welche letzteren daher Muskeln entsprechen; später führte er ausführlicher den Nachweis, dass bei der Contraction die breiteren, granulirten Streifen thätig sind.⁵ Hierauf befasste LIEBERKÜHN sich mit den contractilen Bändern der Stentoren und gelangte, im Gegensatz zu SCHMIDT, zu dem Ergebniss, dass die zwischen den granulirten Bändern gelegenen schmalen glänzenden hyolinen Streifen eigentlich den Muskelfasern entsprechen.⁶

Auf die Identificirung der contractilen Elemente der Protisten mit Muskelfasern waren die Untersuchungen KÜHNE's⁷ von grossem Einfluss; dieser Forscher wies nach, dass die Muskelfasern auch selbstständig reizbar seien, also auch ohne Nervenvermittlung sich contrahiren können, und dass sich der Stielsmuskel der *Vorticellen* gegen electriche, thermische und chemische Reize zum Theil wie eine

Muskelfaser verhält; zum Theil, aber nicht ganz, da z. B. der Stielsmuskel der *Vorticellen* gegen das wirksamste Muskelgift, nämlich Curare gänzlich unempfindlich ist. METSCHNIKOW gelangte zu den KÜHNE'schen ganz entgegengesetzten Ergebnissen, wonach der Stielsmuskel der *Vorticellen* gegen electriche und chemische Reize sowie gegen Muskelgifte sich von der Muskelfaser ganz verschieden verhält; er betrachtet daher die contractilen Elemente der Protisten nicht für Muskel-, sondern einfach für elastische Fasern.¹

Uebereinstimmende Ergebnisse mit der METSCHNIKOW'schen Ansicht hat auch COHN erzielt; nach ihm wären die contractilen Elemente der Protisten nicht mit den Muskelfasern der höheren Thiere identisch, da letztere während der Ruhe gestreckt und während der Thätigkeit contrahirt sind, jene aber im Gegentheil sich während der Ruhe verkürzen; als Beweis dessen wird von COHN der einen jedem Protistologen wohl bekannte Umstand angeführt, dass der dem Anscheine nach vollkommenste Muskel der Infusorien, nämlich der Stielsmuskel der *Vorticellinen* beim Absterben der Vorticelle, oder wenn diese vom Stiel sich loslöst, zusammengeschneit bleibt. Ganz das nämliche Verhalten ist an manchen contractilen Pflanzenzellen, namentlich den Staubfaden-Zellen der Cynareen zu beobachten; auf Reize contrahirt sich die elastische Cuticula und bleibt auch nach Absterben der Zelle contrahirt, während der Ruhe aber sind die Zellen gestreckt. Demgemäss liegt die Erklärung für die Contractionsercheinungen der Protisten in deren Elasticität, und die Contractionen erfolgen ganz nach den für gewisse Pflanzenzellen giltigen Gesetzen.² In neuerer Zeit haben auch ROUGET³ und SCHAAFFHAUSEN⁴ die Contractionen des Stielsmuskels der *Vorticellen* auf dessen Elasticität zurückgeführt.

Die soeben ausgeführte Ansicht, welcher ich, gestützt auf eigene Untersuchungen, vollkommen beipflichte, fand wenig Anhänger; die meisten Forscher sehen in den bandartigen Differenzirungen des Ecto-

¹ Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. ZWZ. XXIX. (1873) 293.

² Untersuchungen über Vorticella nebulifera. ZWZ. XXIII. (1873).

³ Op. cit.

⁴ Vergleichende Anatomie. II. Aufl. 1852.

⁵ Spongien des adriatischen Meeres. I. Suppl. 1864. Vgl. Eine Reclamation die «geformte Sarcode» der Infusorien betreffend. AMA. III. (1867) 393.

⁶ Beiträge zur Anatomie der Spongien. AAP. (1857) 403. Anmerk. a.

⁷ Ueber directe und indirecte Muskelzuckung mittelst chemischer Agentien. Ueber die Muskelzuckungen ohne Betheiligung von Nerven. Untersuchungen über Bewegungen und Veränderungen der contractilen Substanz. Alle drei Abhandlungen AAP. 1859.

¹ Untersuchungen über den Stiel der Vorticellen. AAP. 1863. Ferner: Nachträgliche Bemerkungen über den Stiel der Vorticellen. Ibidem. 1864.

² Ueber die contractilen Staubfäden der Disteln. ZWZ. XII. (1862).

³ CR. (1867) 1204. LEUCKART Ber. AN. 34. II. 315.

⁴ Sitzungsab. der niederrhein. Gesellsch. zu Bonn (1869) 53–54. LEUCKART. Ber. AN. 36. II. 365.

plasma der Infusorien und dem Stielband der *Vorticellen* sich auf Reize activ contrahirende Fasern muskulöser Natur. Ueber den wichtigen Punkt aber, ob die Contractionen durch die breiteren granulirten Bänder oder die zwischen diesen gelegenen nicht granulirten glänzenden hyalinen Streifen bedingt sind, gehen die Meinungen weit auseinander. KÖLLIKER,¹ STEIN² und HAECKEL³ halten mit OSCAR SCHMIDT die breiten granulirten Bänder für contractil. KÖLLIKER vergleicht diese mit den Fibrillen der primitiven Muskelfasern und beschreibt sie bei den *Stentoren* als quergestreift. Eine Querstreifung ist in der That gut zu unterscheiden, aber gewiss nichts weiter als einfache Runzelbildung, welche der Querstreifung der primitiven Muskelfasern gewiss ebenso wenig entspricht, als die von LEYDIG in den Stielmuskel der *Vorticellinen* gezeichnete zackige Linie,⁴ in welcher letzterer WRZENIOWSKI nicht mehr erblicken kann, als den Ausdruck eines geschlängelten Verlaufs der den contractilen Stielfaden zusammensetzenden feinen Fibrillen.⁵ Auch die in diesen angeblich contractilen Bändern ganz unregelmässig zerstreuten stark lichtbrechenden Körnchen entsprechen gewiss nicht den BOWMANN'schen Elementen der quergestreiften Muskelfasern, wofür sie von STEIN gehalten werden. Andere Forscher haben sich dagegen LIEBERKÜHN angeschlossen, und halten die mit den breiten granulirten, blassen Bändern abwechselnden, schmalen, homogenen glänzenden Streifen für contractil, wie namentlich GREEFF,⁶ EVERTS,⁷ ENGELMANN,⁸ SIMROTH,⁹ WRZENIOWSKI,¹⁰ CLAUS;¹¹ auch ich habe mich für diese Ansicht, sowie gegen die Contractilität der granulirten Protoplasmapartien erklärt¹² und angeführt, dass gewisse lebhaft contractile Körpertheile, nämlich der Rüssel der Infusorien aus einer gänzlich ho-

mogenen, hyalinen Substanz besteht, und bin mit den letzterwähnten Forschern blos darin nicht einer Meinung, da ich die Contractionen mit MECZNIKOW, COHN, ROUGET und SCHAAFFHAUSEN der Elasticität zuschreibe.

Von allen anderen Forschern abweichend findet man die contractilen Elemente der Infusorien bei FROMENTEL aufgefasst.¹ Nach ihm wären die Muskelemente bei den *Stentoren* in den breiten granulirten Bändern enthalten, und zwar würden die zwischen den oben erwähnten transversalen Einschnürungen vorhandenen kleinen warzenförmigen Vorsprünge, den Einschnürungen entsprechend, mit je einem winzigen Muskel in Verbindung stehen; letztere Muskeln wurden allerdings von FROMENTEL selbst auch nicht gesehen und sind zweifelsohne nichts weiter als Phantasieproducte der regen Einbildungskraft dieses Autors.

Die contractilen Elemente des Ectoplasma sind nicht nur für die Ciliaten charakteristisch, sondern kommen, wie STEIN hervorhebt,² auch bei einigen grünen Flagellaten, namentlich bei *Euglena viridis* und *Amblyophis* vor, welchen auch noch einige *Astasien* (*Peranema*) sich anschliessen. Ferner hat LEIDY schon im Jahre 1852 der in der Rindenschicht mancher *Gregarinen* differenzirten longitudinalen Muskelfasern Erwähnung gethan;³ später beschrieben LEUCKART, REY LANCASTER und E. VAN BENEDEN contractile Streifen bei den *Gregarinen*.⁴ Nach letzterem Forscher lassen sich bei der im Hummer schmarotzenden *Gregarina gigantea* zweierlei Streifen unterscheiden: longitudinale, eigentlich Runzel der Cuticula, und ringförmige. Letztere sind eigentlich die contractilen Elemente und aus stark lichtbrechenden winzigen ovalen Körperchen rosenkranzartig zusammengesetzt. Ich konnte an der in *Periplaneta orientalis* schmarotzenden *Gregarina Blattarum* im Ectoplasma longitudinal verlaufende Streifen unterscheiden, welche mir den stark lichtbrechenden contractilen Streifen der Ciliaten vollkommen zu entsprechen scheinen, und Dr. E. DADAI zeigte mir aus unserem grössten vaterländischen Myriapoden, dem *Lysiope-*

¹ Icones histiologicae. 14.

² II. 27.

³ Zur Morphologie der Infusorien. 535.

⁴ Lehrb. der Histologie. Leipzig. 1857. p. 133.

⁵ Beitr. zur Naturg. der Infusorien. ZWZ. XXIX. (1877) 292.

⁶ Untersuchungen über den Bau und die Naturg. der Vorticellen. AN. 36. 1870.

⁷ Everts. op. cit.

⁸ Op. cit.

⁹ Zur Kenntniss des Bewegungsapparates der Infusionsthiere. AMA. XII. (1876).

¹⁰ Op. cit.

¹¹ Grundzüge der Zoologie. III. Aufl. 1874. 165.

¹² Természetrajzi Füzetek, II. (1878) 223.

¹ Études sur les Microzoaires. Paris. (1874) 8.

² II. 31.

³ Transact. of the amer. Phil. Society at Philadelphia. X. 1852. Vgl. E. van BENEDEN: Recherches sur l'évolution des Grégar. Bull. de l'Acad. roy des sciences. 39. 2. ser. XXI. Bruxelles (1871) 356.

⁴ VAN BENEDEN, op. cit.

talum foetidissimum, zahlreiche *Gregarinen*, an welchen die wie bei den Ciliaten longitudinal verlaufenden Myophan-Streifen gleichfalls sehr gut entwickelt sind.

Zur Ortsveränderungen bestimmte Differenzierungen. Locomotion der Gregarinen.

Da der Sitz der Contractilität im Ectoplasma gelegen ist, wird auch die Locomotion durch dieses oder dessen vorübergehende oder stabile Fortsätze bewirkt.

Bei manchen Protisten, namentlich den *Gregarinen*, functionirt das Ectoplasma ganz wie der Hautmuskelschlauch bei Würmern und führt bald zu überaus trägen, bald wieder zu flinken Locomotionen, welche mit lebhaften amoeboiden Gestaltsveränderungen einhergehen. Letzteres gilt von den durch STEIN in die Gattung *Monocystis* zusammengefassten *Gregarinen*, und nach STEIN¹ ist *Monocystis tenax* (= *Proteus tenax* Müll., *Distigma tenax* Ehrb.), durch ihre Gestaltsveränderungen den *Amoeben* so ähnlich, dass O. FR. MÜLLER denselben mit der bis dahin einzig bekannten *Amoeba diffluens* (*Proteus diffluens* Müll.) mit Recht in eine Gattung vereinigen konnte. Dabei ist aber der Locomotions-Mechanismus der *Gregarinen*, wie FREY richtig hervorhebt, doch nur zum Theil bekannt;² dieselben sind nämlich ausser der erwähnten noch einer ganz räthselhaften Art von Locomotion fähig, während welcher sie mit gestrecktem starren Leib ganz in der nämlichen Weise ziemlich rasch fortgleiten, wie Diatomeen. Die auf diese Weise sich fortbewegenden *Gregarinen* sieht man von einem hellen farblosen Saum umgeben, welcher an den in gelbe MÜLLER'sche Flüssigkeit eingelegten Exemplaren besonders auffallend hervortritt; in dieser vorzüglichen neutralen Flüssigkeit bleiben die *Gregarinen* Stunden, ja sogar einen ganzen Tag lang am Leben und führen muntere Bewegungen aus; bringt man nun in die Flüssigkeit Farbstoffkörnchen, so werden diese dem hellen Saum der gleitenden *Gregarine* entlang in entgegengesetzte Strömungen versetzt, so dass der Gedanke kaum abzuweisen ist, dass die *Gregarinen* ihre gleitende Bewegung, gleich den Diatomeen, ganz hyalinen und auch bei stärkster Vergrößerung homogen erscheinenden sohlenartigen Protoplasmafortsätzen verdanken.

Ich will hier erwähnen, dass ähnliche ganz räthselhafte und zwar sehr rasche gleitende Bewegungen häufig auch an den *Euglenen*, nach Einziehen oder Abwerfen der Geisseln, beobachtet werden; dies gilt namentlich von der prächtigen *Euglena sanguinea*, bei welcher ich vergebens bemüht war, die Structur des hellen Saumes, welcher die Locomotion zu unterhalten scheint, durch starke Systeme und verschiedene Beleuchtung zu erforschen. Dass es aber der schmale, helle Saum ist, der den Körper der *Euglenen* in Bewegung setzen kann, lässt sich an eingekapselten kugligen *Euglenen* beobachten, wenn dieselben vor dem Ausschwärmen innerhalb der Cyste, wie bewimperte Embryonen innerhalb der Eihülle, lebhaft rotiren.

Pseudopodien.

Auf die Contractilität des Ectoplasma können auch die Gestaltsveränderungen der *Amoeben* und anderer Rhizopoden mit differenzirtem Rindenparenchym zurückgeführt werden; hier, wie bei den farblosen Blutzellen, liegt der Sitz der amoeboiden Bewegungen, nach M. SCHULTZE, im Ectoplasma.¹ Letzteres ist es, welches die lappen- oder wellenförmigen Ausbuchtungen, die spitzigen Fortsätze mit breiter Basis, die cylindrischen, finger- und fadenförmigen, verzweigten oder nicht verzweigten Pseudopodien hervorpresst. Dagegen ist bei vielen Rhizopoden, hauptsächlich aber bei denjenigen mit nicht differenzirtem Ecto- und Entoplasma, der ganze Leib contractil, und sind hier die Pseudopodien häufig bis tief in das Innere des Protoplasmaleibes zu verfolgen, was zuerst von CLAPARÈDE bei den *Radiolarien*, namentlich den *Acanthometren* erkannt wurde;² dasselbe gilt aber nach den Untersuchungen von GREFF, HERTWIG, LESSER und anderer Forscher auch von den *Heliozoën*, bei welchen die Pseudopodien, namentlich deren häufig vorhandene starre Achse, welche zuerst von M. SCHULTZE³ bei *Actinosphaerium Eichhornii* erkannt wurde, bis in das Innere des Protoplasma verfolgt werden kann, so dass es den Anschein hat, als ob die Pseudopodien von hier ausstrahlten. Diese Pseudopodien sind es,

¹ II. 8.

² Das einfachste thierische Leben. (1858) 11.

¹ Das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen. (1863) 8.

² Berichte d. Akad. zu Berlin. (1855) 674. Vgl. SCHULTZE, Das Protoplasma etc. 30.

³ Das Protoplasma etc. 30.

an welchen schon DUJARDIN die Körnchenströmung kannte. Diese in ihrer ganzen Pracht besonders an den Seewasser-*Gromien* und *Polythalamien* zu beobachtende überraschende Bewegungserscheinung wurde von M. SCHULTZE mit folgenden Worten ebenso lebensvoll, wie getreu geschildert: «Diese innere Bewegung ist die sogenannte Körnchenbewegung. Es ist ein Gleiten, ein Fliesen der in die Fadensubstanz eingebetteten Körnchen. Mit grösserer oder geringerer Schnelligkeit ziehen sie in dem Faden entweder dem peripherischen Ende desselben zu, oder in der umgekehrten Richtung, oft sogar selbst an den dünnsten Fäden in beiden Richtungen zugleich. Körnchen, die sich begegnen, ziehen entweder aneinander vorbei oder bewegen sich um einander, bis nach einer kleinen Pause beide ihre ursprüngliche Richtung fortsetzen oder eines das andere mit sich nimmt. Wie auf einer breiten Strasse die Spaziergänger, so wimmeln an einem breiteren Faden die Körnchen durcheinander, wenn auch manchmal stockend und zitternd, doch immer eine bestimmte, der Längsrichtung des Fadens entsprechende Richtung verfolgend. Oft stehen sie mitten in ihrem Lauf still und kehren dann um, die meisten jedoch gelangen bis zum äussersten Ende der Fäden und wechseln hier erst ihre Richtung. Nicht alle Körnchen eines Fadens bewegen sich mit gleicher Schnelligkeit, so dass oft eins das andere überholt, ein schnelleres das Langsamere zu grösserer Eile treibt oder an dem langsameren in seiner Bewegung stockt. Wo mehrere Fäden zusammenstossen, sieht man die Körnchen von einem auf den anderen übergehen. An solchen Stellen befinden sich oft breitere Platten, welche aus einer stärkeren Anhäufung der Fadensubstanz hervorgegangen sind, und aus welchen dann wie selbständige Fortsätze weitere Fäden sich entwickeln, oder in welche bereits bestehende wie eingeschmolzen werden. Viele Körnchen laufen offenbar ganz an der äussersten Oberfläche der Fäden, über welche man sie deutlich hervorragen sieht. Vielleicht haben alle diese oberflächliche Lage. Ausser den kleinen Körnchen sieht man oft grössere Substanz Klümpchen wie spindelförmige Anschwellungen oder seitliche Auftreibungen eines Fadens in ähnlicher Bewegung, wie die Körnchen. Selbst fremde Körper, welche der Fadensubstanz anhaften und in sie aufgenommen worden, schliessen sich der Bewegung an.»¹

¹ Das Protoplasma etc. 11.

Die Körnchenströmung an den Pseudopodien der Rhizopoden, deren Existenz seit DUJARDIN von so competenten Forschern wie JOHANNES MÜLLER, CLAPARÈDE, HUXLEY, MAX SCHULTZE, HAECKEL u. A. bestätigt wurde, fand in BOGUMIL REICHERT, dem Nachfolger von JOHANNES MÜLLER, einen geharnischten Gegner, der seit 1862 durch theils in den Mittheilungen der Berliner Akademie, theils in der von ihm gemeinsam mit DUBOIS-REYMOND redigirten Zeitschrift veröffentlichte mehrere Abhandlungen der Nachweis zu führen suchte, dass es eine Körnchenströmung eigentlich gar nicht gebe, und dass das ganze Phänomen auf die irrthümliche Deutung eines Trugbildes zurückzuführen sei. Uebrigens wäre nach REICHERT die ganze Protoplasmatheorie eine «Hypothese des unsichtbar organisirten Zellinhalts», nichts weiter als eine Neubelebung des von den Naturphilosophen supponirten Urschleims, welcher lange Zeit hindurch gleich einem «Alp» auf der Wissenschaft lastete. Diesen «Alp» vermochte aber REICHERT ebenso wenig zu verscheuchen, wie ihm auch der Nachweis von der Nichtexistenz der Körnchenströmung nicht gelingen konnte. Die Pseudopodien der Rhizopoden wären nach REICHERT contractile compacte Fäden, an welchen durch Contractionswellen kleine Schlingen erhoben werden, welche dann als scheinbare Körnchen die Fäden entlang hüpfen; Verzweigungen und Verschmelzungen kämen an den Pseudopodien niemals vor und die eingebildeten Verzweigungen und Verschmelzungen wären nichts anderes als «die Phantasie der Forscher ergötzende wunderbare mikroskopische Trugbilder.» Diese auf die flüchtige Untersuchung einer einzigen Polythalamie basirte REICHERT'sche Ansicht wurde auf Grund eingehender genauer Untersuchungen von MAX SCHULTZE¹ und HAECKEL² zurückgewiesen. Die absolute Unhaltbarkeit seiner Auffassung hat später REICHERT selbst eingesehen; anstatt aber dieselbe offen und ehrlich zu revociren, versuchte er in zwei langen Abhandlungen³ derselben durch Drehen und Wenden eine mit der Auffassung der übrigen Forscher übereinstimmende Deutung zu verleihen und die Sache so darzustellen, als ob das erste klare Bild

¹ Das Protoplasma etc.

² Ueber den Sarcoderkörper der Rhizopoden ZWZ. XV. (1865).

³ Monatsb. der Berliner Akad. 1865. und Abh. d. Berliner Akad. 1867.

über die Pseudopodien der Rhizopoden eigentlich von ihm herrührte, was ihm von Seite M. SCHULTZE's¹ und besonders HAECKEL's berechnete heftige und mit herber Schonungslosigkeit geführte Angriffe zuzog.

Geisseln und Cilien.

Die der Locomotion befördernden constanten Anhängen, nämlich eine oder mehrere *Geisseln* bei den *Noctilucen* und *Flagellaten*, sowie die *Cilien* der *Ciliophagellaten* und *Ciliaten* sind zweifelsohne gleichfalls als Differenzirungen des contractilen Protoplasma aufzufassen. Bereits ROTH² und neuerdings ENGELMANN³ haben die nahe Verwandtschaft der Flimmer- und der amoeboiden Bewegung hervorgehoben und nachgewiesen, dass die Flimmerbewegung in physiologischer Hinsicht der amoeboiden näher steht als der Muskelbewegung. Die nach EHRENBURG die Cilien und den Rüssel, d. h. die Geissel bewegenden unsichtbar feinen Muskeln existiren ohne Zweifel nicht; doch können diese, zu selbständigen Bewegungen befähigte und offenbar vom Willen der Protisten abhängige Gebilde auch nicht einfache Cuticular-Anhängsel sein, wofür sie STEIN im ersten Theil seiner Monographie ansprach,⁴ dieselben müssen vielmehr, wie STEIN sich selbst berichtend ausführte,⁵ mit dem contractilen Ectoplasma in Verbindung stehen.

Es wurde zuerst von HAECKEL betont, dass die durch Cilien resp. Geisseln bewirkte Bewegung bei zahlreichen niederen Protisten mit einer amoeboiden abwechseln kann, so z. B. bei zahlreichen von ihm beobachteten *Moneren*, ferner bei den Schwärmern der Myxomyceten, welchen noch viele *Rhizopoden*, z. B. der von CLAPARÈDE und LACHMANN beschriebene *Petalopus diffluens*, sowie der von CIENKOWSKI beschriebene *Ciliophrys infusionum* angereiht werden können; dasselbe gilt von den Geisselzellen der Spongien, welche, wie bereits JAMES-CLARK beschrieb, die Geissel einziehen und amoeboide Fortsätze aussenden können. In allen diesen Fällen stellen die Geisseln von feinen fadenförmigen Pseudopodien in nichts verschiedene Protoplasma-Fortsätze dar. Ferner be-

schreibt HAECKEL die Entwicklung der Cilien an den Furchungskugeln einer Siphonophore folgender Weise: »Diejenigen Zellen, welche an der Oberfläche der kugeligen, aus gleichartigen nackten Furchungszellen zusammengesetzten Zellenhaufen sich befinden, beginnen nach Art der Amöben zahlreiche, formwechselnde Fortsätze hervorstrecken. Diese langsam sich bewegenden Fortsätze der nackten amoeboiden Zellen gehen nachher direct in schlagende Wimpern oder Cilien über.« Gestützt auf diese Beobachtungen behauptet HAECKEL gewiss mit Recht, dass die Wimperbewegung mit der amoeboiden Protoplasma-bewegung identisch ist und dass Pseudopodien und Cilien homologe Gebilde darstellen.¹

Bei den mit einer Cuticula bedeckten Ciliaten, wo die Cilien scheinbar unmittelbare Fortsätze der Cuticula darstellen, nimmt HAECKEL an, dass die Cilien sich durch die Cuticula hindurchbohren und daher gänzlich dem contractilen Ectoplasma angehören.² Diese Auffassung entspricht dem wirklichen Sachverhalt gewiss nicht, und SIMROTH hebt mit Recht hervor,³ dass der starke Glanz der stärkeren Cilien und deren grosse Resistenz gegen Reagentien, ferner die Neigung der stärkeren Borsten und Haken zur fibrillären Zerfaserung für deren Bestand aus Cuticularsubstanz und nicht aus Protoplasma sprechen, wovon man sich besonders durch ein genaueres Studium der mächtigen Abdominalborsten und Haken der *Oxytrichinen*, *Euplotinen* und *Aspidiscinen* leicht überzeugen kann. SIMROTH geht von einem genauen Studium der an den Kiemen der *Cyclopus* vorkommenden, mit einzelnen starken Borsten versehenen kleinen Epithelzellen aus, und gelangt zum Ergebniss, dass bei diesen Zellen in der Achse der aus elastischer Cuticularsubstanz bestehenden Borsten, aus dem Zellprotoplasma ausgehende Protoplasmafäden verborgen sind, woraus SIMROTH den Schluss zieht, dass die Cilien der Infusorien, obschon zumeist Cuticularegebilde, gleichfalls mit Fortsätzen des contractilen Ectoplasmas in unmittelbarer Verbindung stehen, deren moleculäre Actionen wohl unbekannt, doch jedenfalls die Ursache der Vibration der elastischen Härchen sind. Uebrigens wurden die Cilien der Infusorien von CARTER bereits im Jahre 1856 als

¹ Ausser mehreren bereits citirten Abhandlungen: Reichert und die Gromien. AMA. II. (1866).

² Ueber einige Beziehungen des Flimmerepithels zum contractilen Protoplasma. VIRCHOW's Archiv. B. 37.

³ Ueber die Flimmerbewegung. Jen. Z. IV. (1868).

⁴ I. 68.

⁵ II. 31.

¹ Studien über Moneren. II. Die Identität der Flimmerbewegung und der amoeboiden Protoplasma-bewegung. 127.

² Zur Morphologie der Infusorien. 534.

³ Zur Kenntniss des Bewegungsapparates der Infusorien. 67.

mit der ausgestülpten Cuticularschicht gleichsam scheidenartig überzogene Protoplasma-Fortsätze aufgefasst.¹

Die morphologischen Unterschiede in den Cilien der Infusorien fanden schon bei den älteren Forschern Berücksichtigung. EHRENBURG unterschied vier Gattungen, nämlich: feine eigentliche Cilien oder *Wimpern* (*ciliae*), *Borsten* (*setae*), *Griffel* (*styli*) und *Hacken* (*uncini*); die bei einem Theil seiner Anentera vorkommenden *Geisseln* hielt EHRENBURG für *Rüssel* (*proboscis*). Diesen können noch die aus Büscheln feiner langer Cilien gedrehten Quasten angereicht werden, wie sie z. B. unter den Ciliaten bei *Urocentrum Turbo*, unter den Flagellaten aber bei den *Lophomonaden* vorkommen, und welchen, nach HERTWIG's Schilderung, die bei manchen *Radiolarien* (*Disciden* und *Sponguriden*) beobachteten sogenannten *Sarcode-Geisseln* der Structur nach sehr nahe zu stehen scheinen. Von ganz eigenthümlicher Structur bestehen nach STERKI² die Adoral-Borsten der *Oxytrichinen*; nach den genauen Untersuchungen dieses Forschers sind es keine eigentlichen Borsten, sondern blos von der Kante gesehen als Borsten imponirende *Membranellen*, welche mit den *Flimmerplatten* der Ctenophoren übereinstimmen. Ferner sind, gleichfalls nach STERKI's Untersuchungen,³ auch die adoralen Borsten einer neuen Süswasser-Tintinnode, des *Tintinnus semiciliatus* keine Borsten, sondern am freien Rand fächerartig gespaltene *flache Membranen*, richtiger Flimmerplättchen, welche von der Kante gesehen den Eindruck von Borsten machen. Mir ist aus eigenen Untersuchungen die Structur der adoralen Borsten des mit *Tintinnus semiciliatus* sehr nahe verwandten *Tintinnus fluviatilis* genau bekannt, und ich finde dieselben in der That nicht cylindrisch, sondern von zwei Seiten comprimirt und an den Enden wie Reihersfedern in feine Fäden zerfasert.

Den Cilien sind ferner die bei zahlreichen Infusorien neben dem Mund ausgespannten *undulirenden Membranen* von verschiedener Grösse anzureihen; dieselben haben offenbar den Zweck, die durch das Spiel der Cilien dem Mund zugewirbelte

Nahrung, welche durch den in spiraliger Richtung frei herumkreisenden Strudel leicht aus der Nähe des Mundes fortgerissen würde, aufzuhalten und durch ihre Undulationen in den geöffneten Mund zu treiben, dann die in den Strudel gelangten, aber zum Verschlingen nicht geeigneten Körper aus dem zum Mund führenden Strudel zu entfernen. Die, wie z. B. bei den *Oxytrichinen*, schmale Bänder bildenden undulirenden Membranen erinnern ganz an den, bei den Spermatozoiden der Tritonen und des Bombinator den Schwanz entlang verlaufenden wogenden Kamm; andere wieder erscheinen ganz ausgespannt als breite segelartige Membranen, so z. B. bei der Gattung *Pleuronema* oder bei *Cyclidium Glaucoma*. Da diese Membranen überaus zart und in der Lichtbrechung vom Wasser kaum verschieden sind, lassen sich dieselben in ihrer ganzen Ausdehnung nur sehr schwer unterscheiden, und bei oberflächlicher Untersuchung bekommt man blos ihre Durchschnitsbilder und einzelne Falten zu sehen, die leicht für Borsten zu halten sind und von vielen Forschern auch thatsächlich für solche angesehen wurden. So hielten z. B. ältere Forscher die gewöhnlich in Querspalten gelegte breite segelartige undulirende Membran von *Pleuronema Chrysalis* allgemein für ein Büschel von Borsten und erst in der letzten Zeit hat BÜTSCHLI nachgewiesen, dass das bei den *Vorticellinen* aus dem geöffneten Mund (vestibulum) hervorragende borstenartige Gebilde, (der sogenannte *Schleuderborsten*, *grosser Borsten*, *Geissel*) eigentlich dem Saum einer in transversaler Richtung fein gestreiften Membran entspricht,¹ eine Ansicht, von deren Richtigkeit ich mich überzeugen konnte, und welche neuerdings auch von GRUBER bestätigt wurde, obschon letzterer Forscher, offenbar in Unkenntniss der diesbezüglich von BÜTSCHLI gemachten Bemerkung die Entdeckung der wogenden Membran bei den *Vorticellinen* und *Ophrydinen* sich selbst zuschreibt.²

Von STEIN werden diese undulirenden Membranen neben den Cilien erwähnt,³ ohne aber die Zusammengehörigkeit dieser scheinbar so verschiedenen Gebilde zu motiviren. Nach meinen Untersuchungen

¹ Annals of natural History. (1856) 116. Vgl. STEIN. II. 32.

² Beiträge zur Morphologie der Oxytrichinen. ZWZ. XXXI. (1878).

³ Tintinnus semiciliatus. Eine neue Infusorienart. ZWZ. XXXII. (1879).

¹ Ueber den Dendrocometes paradoxus, STEIN, nebst einigen Bemerkungen über Spirochona gemmipara und die contractilen Vacuolen der Vorticellen. ZWZ. XXVIII. (1877) 67. Erklärung zu Fig. 21.

² Neue Infusorien. ZWZ. XXXIII. (1879) 460—461.

³ I. 73.

ist die Zusammengehörigkeit vollkommen begründet, denn die undulirenden Membranen sind thatsächlich nichts weiter, als in einer Linie an einander gereichte sehr feine Cilien, welche in der Weise zusammenhängen, wie etwa die Lamellen eines Federbartes. Einer feinen Streifung der undulirenden Membran der *Vorticellinen* machte bereits BÜTSCHLI Erwähnung, und die Streifung kann bei genügender Vergrößerung und Beleuchtung an den meisten ähnlichen Membranen unterschieden werden; in verdunstenden Tropfen werden diese feinen Cilien durch die Einwirkung der sich concentrirenden Salze getrennt und führen ihre Wellenbewegung einzeln aus, woraus der Widerspruch zu erklären ist, warum der eine Forscher eine wogende Membran erblickte, wo der andere von einer Reihe feiner Cilien spricht. So hat GRUBER bei der von ihm beschriebenen *Stichotricha socialis* — von *St. secunda* offenbar bloß durch die baumförmige Colonieen bildenden Röhren verschieden — neben dem Mund eine Reihe feiner Cilien unterschieden,¹ welche offenbar nichts weiter, als die während der Untersuchung in ihre Bestandtheile, die feinen Cilien zerfallene zarte undulirende Membran ist.

Ferner liefern die von den Stielen sich loslösenden *Vorticellinen* einen höchst überzeugenden Beweis dafür, dass undulirende Membranen und Cilien vollkommen identische Gebilde sind; hier bildet nämlich der am hinteren Körpertheil sich entwickelnde Wimpergürtel anfangs eine zarte wogende Membran, welche erst später in Cilien zerfällt, und v. SIEBOLD konnte nicht ohne Berechtigung behaupten, dass der hintere Ciliengürtel der *Trichodinen* eigentlich einer zarten undulirenden Membran entspricht,² da die den Gürtel bildenden Cilien thatsächlich, wie die Lamellen eines Federbartes zusammenhängen, und der ganze Gürtel als eine einzige Membran wogt. Nach den Untersuchungen von STERKI bildet auch der das Peristom der *Vorticellinen* einfassende spiralig gewundene Cilienkranz auf einem frühen Entwicklungsstadium eine zusammenhängende Membran, welche erst secundär in einzelne Cilien zerfällt.³

Endlich liefert auch die adorale Lamelle bei der

von mir aus Salzwasser beschriebenen *Sparotricha vexillifer*¹ ein schönes Beispiel für das Bestehen der undulirenden Membranen aus Cilienreihen. In gewisser Hinsicht können also die undulirenden Membranen mit Borsten verglichen werden, welche, aus ihrer Neigung zur pinselartiger Zerfaserung zu schliessen, eigentlich aus einer Anzahl von Cilien, d. h. aus dicht verklebten Wimpern gebildete Büschel vorstellen und den oben erwähnten Cilien-Quasten ähnlich gebaut sind, nur dass bei letzteren die einzelnen Cilien nur lose zusammenhängen, — und die undulirenden Membranen nicht Büscheln, sondern reihenweise, in einer Linie angeordneten feinen Cilien entsprechen.

Neben den beweglichen Cilien und den mit diesen verwandten Gebilden, sind bei einigen Ciliaten auch noch eigenthümliche, sehr feine borstenartige Gebilde bekannt, welche zumeist um vieles länger als Cilien sind, keine Wirbel erzeugen, sondern starr abstehen, und, wie es scheint, durch die Infusorien aus dem Ectoplasma, welches sie nicht präformirt enthält, willkürlich ausgestreckt werden können. Diese vorstreckbaren Borsten wurden, nicht wie GRUBER in einer Abhandlung meint,² zuerst von ENGELMANN bei *Drepanostoma striatum* (= *Loxodes Rostrum* Ehrb.) beschrieben, sondern schon von LACHMANN bei den *Stentoren* entdeckt und mit CLAPARÈDE als *starre Borsten* (*soies roides*) beschrieben;³ STEIN bestätigte ihre Anwesenheit bei *Stentor coerules* und *St. Roeschii*,⁴ bei letzterem entschieden hervorhebend, dass es ihm gelang zu beobachten, wie nach einander mehrere solche *Tastborsten* aus dem Ectoplasma hervorgeschleudert wurden. Ähnliche Borsten entdeckte, wie erwähnt, ENGELMANN bei dem mit *Loxodes Rostrum* gewiss identischen *Drepanostomum striatum*⁵ in der ganzen Körperperipherie, und ähnliche haben CLAPARÈDE und LACHMANN, STEIN, sowie WRZESNIOWSKI auch bei der Gattung *Stichotricha* und der mit dieser identischen Gattung *Stichochacta*, und zwar vom Rüssel ausgehend, beschrieben. Bei der Gattung *Halteria* sind diese Borsten am längsten, bilden einen äquatorialen Gürtel, und dienen zum Fortschleudern des In-

¹ Természetráji Füzetek, II. 239.

² Op. cit. 448.

³ Études. I. 223.

⁴ II. 240 und 251.

⁵ Zur Naturgeschichte der Infusionsthier. ZWZ. XI. (1861) 382.

¹ Op. cit. 446.

² Ueber undulirende Membranen. ZWZ. II. (1850) 361.

³ Tintinnus semiciliatus. 462.

fusionsthierchens, weshalb sie auch von den Entdeckern CLAPARÈDE und LACHMANN *Schnellborsten* (*soies saltatrices*) genannt werden.¹ Die hastigen Sprünge der *Halteria* werden nämlich dadurch ausgeführt, dass sich das Thier mit seinen Borsten an irgend einen Gegenstand anstemmt, worauf es sich mit einem plötzlichen Ruck fortschnellt; warum diese Art des Fortschnellens eine mechanische Unmöglichkeit sein sollte, wie dies von STERKI behauptet wird,² ist kaum begreiflich. Endlich gehören die in Längsreihen angeordneten, zu activen Bewegungen nicht geeigneten feinen Borsten, welche der soeben genannte Forscher an der Dorsalseite der *Oxytrichinen* entdeckte³ wahrscheinlich gleichfalls in die Kategorie der eben besprochenen Borsten, und nicht zu den sich selbstständig bewegenden Cilien.

Die vollständige Homologie der Protisten-Cilien und Geisseln mit den entsprechenden Differenzirungen der Epithelzellen der aus Geweben zusammengesetzten Thiere unterliegt keinem Zweifel; doch zeigt sich, die Function betreffend, der Unterschied von Geisseln und Cilien der Gewebszellen, dass die letzteren ihre Schwingungen mit vom Willen des Thieres ganz unabhängiger Maschinenmässigkeit verrichten und auch nach dem Absterben des Thieres oder nach Aufheben des Zusammenhanges mit den übrigen Körpertheilen bis zum Zerfall oder dem Absterben der Zelle fortsetzen. Dem gegenüber haben die Protisten die Thätigkeit ihrer Geisseln und Cilien (und nicht minder die der Pseudopodien und Tentakeln) vollkommen in ihrer Macht; dieselbe ist — wenn ich mich so ausdrücken darf, — ganz von ihrem Willen abhängig. Die Cilienbewegungen werden gleichsam selbstbewusst und mit einer den obwaltenden Umständen entsprechenden Zweckmässigkeit begonnen und eingestellt; bald sind alle in Thätigkeit oder in Ruhe, bald fungiren blos einzelne Cilien oder Gruppen von solchen, oder es wird die Thätigkeit dem zu erreichenden Zweck angepasst, beschleunigt oder verlangsamt oder in die entgegengesetzte Richtung verändert, so dass dieselben Cilien, welche z. B. den Infusorienleib nach vorwärts bewegt haben, nun mit umgekehrter Thätigkeit eine Rückwärtsbewegung bewirken; kurz die Protisten machen von ihren bewegbaren Anhängen ganz den nämlichen

Gebrauch wie Thiere von ihren Gliedmassen. Indessen sind die Functionen der beweglichen Anhänge bei Gewebszellen und Protisten blos scheinbar verschieden; wohl steht die Cilienthätigkeit der Gewebszellen nicht unter dem unmittelbaren Einfluss des die Functionen des Gesamtorganismus regulirenden Nervensystems und vollzieht sich unabhängig vom thierischen Bewusstsein und Willen; trotzdem kann und muss sogar angenommen werden, dass die Ursache der Cilienbewegung nicht in den Cilien selbst, sondern im Protoplasma gelegen ist, dass die die mechanischen Cilienbewegungen regulirenden Reize im Protoplasma entstehen. Wenn also die Cilienbewegung vom Nervensystem des Gesamthieres auch nicht unmittelbar abhängig ist, so wird dieselbe doch nicht absolut unabhängig, namentlich nicht vom Protoplasma unabhängig, sondern durch dieses wie durch ein Nervensystem beeinflusst sein, was durch die Thatsache über jeden Zweifel erhoben wird, dass die Cilienbewegung durch äussere physikalische und chemische Reize, welche auf das Protoplasma einwirken, wesentlich in der nämlichen Weise modificirt wird, wie die Functionen innervirter Organe durch die auf das Nervensystem einwirkenden Reize. Ist diese Auffassung richtig, so wird der scheinbar wesentliche Unterschied zwischen den Functionen der beweglichen Anhänge bei Gewebszellen und Protisten blos als ein gradueller Unterschied anzusprechen sein, — und der Umstand, dass Geisseln und Cilien der Protisten in verschiedenen Richtungen bewegt werden können und deren Bewegungen weniger den Stempel des Mechanischen an sich tragen, hängt nothwendiger Weise damit zusammen, dass sich die gesammten individuellen Lebensfunctionen der Elementarorganismen durch eine grössere Selbständigkeit und höhere Entwicklung charakterisiren, wenn die Zelle selbst einen besonderen Bionten darstellt, als wenn sie blos einem Glied eines aus vielen selbständigen Individuen gebildeten Zellenstaates entspricht.

Die, in Folge des auf das Protoplasma ausgeübten Einflusses auch auf die Function der Cilien einwirkenden physikalischen und chemischen Reize wurden in neuerer Zeit von ROSSBACH sehr genau studirt.¹ Die von KÜHNE und Anderen schon früher

¹ Études II. 368.

² Beiträge zur Morphologie der *Oxytrichinen*. ZWZ. XXXI. (1878) 45.

³ Op. cit. 49.

¹ Die rhythmischen Bewegungserscheinungen der einfachsten Organismen und ihr Verhalten gegen physikalische Agentien und Arzneimittel. Arbeiten aus dem zoologisch-zootomischen Institut in Würzburg. I. H. 1872.

angestellten Untersuchungen übergehend, wird es interessant sein, hier das Endergebniss der wichtigen ROSSBACH'schen Untersuchungen möglichst mit den eigenen Worten des genannten Forschers wiederzugeben, wobei bemerkt werden muss, dass die umfassenden Untersuchungen an *Euplotes Charon*, *Stylonychia pustulata* und *Chilodon Cucullulus* angestellt wurden.

Am interessantesten, zum Theil sehr überraschend sind die mit *thermischen Reizen* erzielten Resultate, welche ROSSBACH in folgenden Punkten resumirt:¹

1. Je tiefer die Temperatur unter 15° C. sinkt, um so grösser ist die in den willkürlichen Bewegungen sich einstellende Trägheit. Bei 4° stehen die Infusorien meist unbeweglich still und verrichten höchstens dann und wann einzelne kleinere Excursionen.

2. Während des Sommers verläuft das regelmässige Leben der Infusorien bei 15 bis 25° C. Mit steigender Temperatur werden die Bewegungen rascher, aber erst bei 25° fangen die Infusorien an, wie auf einen Zauberschlag oder auf Commando pfeilschnell herumzueilen.

3. Zwischen 30 und 35° werden die bereits raschen Bewegungen noch immer rascher, verlieren aber dabei ihren früheren Charakter vollständig und erleiden eine eigenthümliche Störung. Namentlich geht den Infusorien die Steuerungsfähigkeit verloren, dieselben rasen unter ununterbrochenen schnellen Drehungen um die Längsachse meist in grossen Bogenlinien dahin. Cilien, Haken und Borsten verrichten gleichmässig schnelle, rhythmisch geisselnde Bewegungen und die allgemeine Körperbewegung wird nicht mehr durch die willkürlich theils unbeweglich stillstehenden, theils bewegten Cilien, sondern, da sämtliche Locomotionsorgane dieselbe Bewegung verrichten, ausschliesslich durch die anatomische Anordnung der flimmernden Fortsätze gesteuert. Die Infusionsthierchen fliegen, einem um die Längsachse sich drehenden Pfeile gleich, dahin, stets in der Richtung der Längsachse. Diese drehenden Vorwärtsbewegungen sind so rasch, dass die Infusorien nicht mehr flächenartig sondern stereoskopisch erscheinen und den Eindruck einer gewissen Starrheit verursachen.

Steigt die Temperatur noch höher und nähert sie sich 40° C., so wird die Vorwärtsbewegung stetig

langsamer, und steht endlich ganz still, während die Rotationen unverändert fort dauern. Doch vollzieht die Rotation sich jetzt meist in der Richtung einer anderen Achse wie früher, als sie noch mit einer Vorwärtsbewegung verbunden war; so ist die Achse der Drehbewegung z. B. bei *Stylonychia* von vorne und links, nach hinten und rechts gerichtet. Dabei sieht die Bewegung aus, als ob die *Stylonychia* sich in der Richtung des vorderen Körperendes nach seitwärts fortwährend überschlagen würde. Oder das Infusorium dreht sich wie ein in horizontaler Ebene schnell rotirendes Rad herum. Diese charakteristischen Bewegungen treten bei den Infusorien bei erhöhter Temperatur ausnahmslos auf.

4. Mit dem zwischen 38 und 42° C. eintretenden Tod der Infusorien hören die Rotationen auf; der von KÜHNE bei *Amoeba* und *Actinophrys*, von ENGELMANN aber an den Flimmerepithelzellen beobachtete sogenannte Wärmetetanus, eine durch Wärme verursachte Starre, tritt bei den Infusorien nicht ein.

Von anderen Agentien wird durch *Sauerstoffentziehung* die Cilienbewegung verlangsamt, der Infusorienleib quillt allmählig auf, um schliesslich zu zerfliessen.

Eine Sättigung der Flüssigkeit mit *indifferenten Substanzen* wirkt wasserentziehend, sowie auf den Stoffwechsel und hierdurch auch auf die Cilienbewegungen verlangsamend.

Säuren bewirken in kleinsten Dosen anfangs beschleunigte, dann verlangsamte Wimperbewegungen; bei grossen Gaben schrumpft das Protoplasma rasch zusammen und die Protisten sterben ab.

In *Alkalien* quillt das Protoplasma rasch auf und zerfliesst; in Folge dessen genügen die kleinsten Dosen, um die Cilienbewegungen zu sistiren.

Alcohol in kleineren Dosen beschleunigt zunächst die Wimperbewegungen, dann stellen sich Rotationen ein, die Flimmerbewegung wird langsamer, steht endlich ganz still; die Protisten quellen auf und sterben ab.

Kleinere Dosen von *Alkaloiden* rufen Rotationen hervor, worauf die Cilienbewegung nachlässt, und schliesslich der ganze Körper zerfliesst.

Auf stärkere *elektrische Ströme* zerfliesst das Protoplasma schnell; mittelstarke Ströme wirken auf die Cilien tetanisirend, schwache Ströme verursachen anfangs beschleunigte Flimmerbewegungen, dann Rotationen, worauf die Bewegung träger

¹ Op. cit. 31.

wird, das Protoplasma zu quellen anfängt und zum Schluss zerfliesst.¹

Die Unterschiede der Bewimperung der Infusorien, das heisst die Unterschiede in der Gestalt, Grösse, Anordnung der Cilien etc., welche bei der Unterscheidung der Formen so wichtige Charaktere geben, waren wohl auch den älteren Forschern nicht entgangen: doch ist die mit vielen Schwierigkeiten verbundene genauere, obwohl auch heute noch nicht vollkommene Kenntniss aller dieser Verhältnisse den neueren Forschern, namentlich STEIN zu verdanken, der bekanntlich gerade auf die Verschiedenheit in der Bewimperung seine beinahe allgemein acceptirte und befolgte Eintheilung der Ciliaten in vier Ordnungen, nämlich: *Holotricha*, *Heterotricha*, *Hypotricha* und *Peritricha* basirte.²

Bei den *Holotrichen* d. h. ganz mit Cilien bedeckten Infusorien ist die ganze Körperoberfläche mit gleich feinen, kurzen Cilien bedeckt, welche in longitudinalen oder etwas spiralig gewundenen Reihen angeordnet sind und höchstens in der Nähe des Mundes etwas länger sein können, aber adorale Borstenbogen nicht bilden. Hierher zählt STEIN die folgenden Familien:

1. *Opalinina*,* 2. *Trachelina*, 3. *Enchelina*, 4. *Parameciina* (a. *Leucophryina*, b. *Paramecina* s. str.) 5. *Cinetochilina*.

Die *Heterotrichen* oder verschieden bewimperten Ciliaten sind mit den Vorigen darin übereinstimmend, dass auch bei diesen die ganze Körperoberfläche mit feinen kurzen Cilien bedeckt ist, welche gleichfalls regelmässig longitudinale Reihen bilden. Neben diesen sind aber auch stärkere Cilien vorhanden, welche einen Bogen oder einen spiralig gewundenen Kranz beschreiben; dies sind die sogen. *adoralen Wimpern*, welche das *Peristom* einsäumen und zusammen die *adorale Wimperzone* bilden. Hierher gehören die folgenden Familien:

1. *Bursarina*, 2. *Stentorina*, 3. *Spirostomea*.

Bei den *Hypotrichen* oder unten bewimperten Ciliaten besteht ein scharfer Unterschied zwischen Rücken- und Bauchseite. Entweder ist bloss die letztere mit denen der *Holotrichen* ähnlichen, feinen Cilien, oder mit in gewissen regelmässigen Linien

und Gruppen angeordneten Borsten, Haken oder Stielen bedeckt; letztere werden auch noch durch eine, jener der *Heterotrichen* ähnliche entsprechende adorale Wimperzone (richtiger nach STERKI Lammellenzone) charakterisirt. Diese Ordnung umfasst folgende Familien:

1. *Peritromina*, 2. *Chlamydodonta*, 3. *Erviliina*, 4. *Aspidiscina*, 5. *Euplotina*, 6. *Oxytrichina*.

Die *Peritrichen* oder mit Wimperkranz versehenen Ciliaten haben einen stets bloss partiell mit Cilien bedeckten cylindrischen oder spindelförmigen Leib. Die meist langen, nicht selten borstenartigen Cilien bilden theils einen die Längsachse des Körpers rechtwinkelig schneidenden geschlossenen Ring, theils einen das Peristom einsäumenden, spiralig gewundenen Gürtel, wozu noch zuweilen einzelne zerstreute Cilien oder Büschel von solchen kommen. Diese Ordnung hält STEIN für die höchste und zählt hierher die folgenden Familien:

1. *Halterina*, 2. *Tintinnodea*, 3. *Cyclodinea*, 4. *Gyrocorida*, 5. *Urcolarina*, 6. *Vorticellina*, 7. *Ophrydina*, 8. *Spirochonina*, 9. *Ophryoscolecina*.

Die systematologische Bedeutung und Verwendbarkeit der Bewimperung war übrigens schon von DUJARDIN erkannt worden, wie dies aus dessen oben mitgetheiltem System ersichtlich ist; und auch CLAPAREDE und LACHMANN haben bei den von ihnen aufgestellten 10 Ciliaten-Familien auf die Bewimperung grosses Gewicht gelegt.

Die Tentakeln der Acinetinen.

Während man in den Pseudopodien, Geisseln und Cilien, so sehr sie auch von einander abweichen mögen, homologe Gebilde erkennen kann, sind die *Tentakeln*, (*Arme*, *Fühlborsten*, *Saugfäden*, *Saugröhren*, *Saugfüsse*, *Suçoirs setiformes*) der Suctorien, oder im weiteren Sinn genommenen *Acinetinen* (zu welchen auch die sogenannten acinetenförmigen Embryonen der mit Mund versehenen Ciliaten zu rechnen sind) von den fadenförmigen Pseudopodien, Geisseln und Cilien in mehreren Beziehungen so wesentlich verschieden, dass sie kaum als mit diesen homologe Gebilde können angesprochen werden. STEIN bekennt sich zwar zu der Auffassung, dass diese vorstreckbaren und retractilen Fäden den Pseudopodien der Rhizopoden, namentlich der *Actinophryen* am nächsten stehen,¹ und auch nach HAECKEL

¹ Op. cit. 57—59.

² I. 72 und II. 168.

* In neuerer Zeit wies STEIN, wie bereits oben hervorgehoben wurde, den *Opalinenen* ihren natürlichen Platz neben den *Acinetinen* an.

¹ I. 74.

wären sie nichts weiter, als aus dem Protoplasma ausgehende starre Pseudopodien, die «keinen höheren morphologischen Werth haben, als ähnliche (?) Fortsätze anderer Zellen»;¹ derselben Ansicht huldigen auch KÖLLIKER, CARUS, CLAUS, sowie auch GEGENBAUR, und nach Letzterem wären Tentakeln und Cilien als verschiedene, aber doch in einander übergehende Bildungen anzusehen, und erstere auf einer niedrigeren Entwicklungsstufe stehende pseudopodienartige Fortsätze;² indessen wird die Homologie bei Berücksichtigung der feineren Structur der Tentakeln und deren gebührender Würdigung zum grossen Theil ausgeschlossen und eher die Ansicht von CLAPARÈDE und LACHMANN begünstigt, wonach die Tentakeln der Acinetinen von den Pseudopodien der Rhizopoden sehr wesentlich verschiedene, ganz eigenartige Organe wären,³ zu welcher Ansicht in neuerer Zeit R. HERTWIG,⁴ FRAIPONT⁵ und andere Forscher zurückkehrten.

Pseudopodien und Cilien sind compacte Fortsätze, die Tentakeln der *Acinetinen* dagegen röhrenförmige Fäden, durch deren feinen Achsenkanal — wie dies von LACHMANN zuerst nachgewiesen und von allen späteren Beobachtern bestätigt wurde — das Plasma der ergriffenen Beute in das Innere der *Acinetine* hinüber strömt. Dieser Kanal öffnet sich in dem am freien Ende des Fühlers zumeist vorhandenen kugel- oder scheibenförmigen Saugnäpfchen, welche Oeffnung von ZENKER bei den relativ sehr starken Tentakeln der an Cyclopen schmarotzenden *Acineta Ferrum equinum* sehr deutlich unterschieden wurde;⁶ auch kann sich diese Oeffnung nach CLAPARÈDE und LACHMANN bei der marinen *Podophrya Troid* zu einem förmlichen Mund erweitern, mit welchem diese *Acinetine* Infusorien von relativ stattlicher Grösse zu verschlingen im Stande ist; dasselbe habe ich bei der mit *Acineta tuberosa* für identisch gehaltenen Salzwasser-Acinetine beobachtet.⁷

¹ Zur Morphologie der Infusorien. 524.

² Grundzüge der vergleichenden Anatomie. II. Aufl. (1870) 93.

³ I. 39.

⁴ Ueber *Podophrya gemmipara*. 57.

⁵ Recherches sur les Acinetines de la côte d'Ostende. Bullet. de l'Acad. roy. de Belgique 2. ser. Bd. 45. (1878) S. 489.

⁶ Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. AMA. II. (1866) 313.

⁷ Természetrajzi Füzetek. Bd. II, Hft 4 (1878) 256.

Die Tentakeln werden durch ein feines, structurloses, überaus dehnbares Häutchen umhüllt, welches sich nach STEIN und HERTWIG nicht unmittelbar in die allgemeine Körperdecke fortsetzt; im Gegentheil ist die letztere zum Durchtritt der Tentakeln mit feinen Oeffnungen versehen. Dieses Häutchen wird von einer farblosen hyalinen Plasmaschicht ausgekleidet, welche einen feinen Centralkanal offen lässt und deren Substanz von HERTWIG gewiss mit Recht als mit der der Myophanfasern übereinstimmend angesehen wird. Dass aber die hyaline structurlose Substanz der Tentakeln aus longitudinalen und ringförmigen Muskelfasern zusammengesetzt wäre, wie ZENKER behauptet,¹ kann auf keine directe Beobachtung gestützt werden. Allerdings können sich die Tentakeln, insbesondere beim Lauern auf Beute, wenn Infusorien in ihren Bereich gelangen, mit grosser Geschwindigkeit, häufig auf wirklich erstaunliche Längen ausstrecken und sich nicht minder rasch verkürzen, wobei sie sich, wie die Stiele der *Vorticellinen*, korkzieherartig zusammenwinden; doch würde man die ringförmigen Streck-, sowie die bei der Verkürzung thätigen longitudinalen Fasern eben so vergebens suchen, als ringförmige Fasern im Stiel der *Vorticellinen*; es ist viel wahrscheinlicher, dass die Arbeit der von ZENKER als sehr complicirt aufgefassten Muskulatur nur theilweise durch die Rindenschicht der Tentakeln verrichtet wird, nämlich wie von den Myophanfasern, blos die Contraction, während die Streckung durch Contractionen des Acinetenleibes selbst ausgeführt wird, wodurch die Tentakeln gleichsam hervorgetrieben werden. Beim Aufhören der durch die Körpercontraction hervorgerufenen Spannung werden sich dann die Fühler entweder langsam contrahiren und verkürzen, oder aber bei plötzlichem Aufhören der Spannung in Folge der eigenen Elasticität, wie der Stiel der *Vorticellen* zusammenschnellen.

Nach STEIN sollen die Tentakeln der *Acinetinen* von der äusseren oberflächlichen Körperschicht ausgehen, er betrachtet dieselben mithin als Differenzirungen, an welchen blos das Ectoplasma betheiligt ist. Dagegen hat HERTWIG nachgewiesen, dass sich die Tentakeln beim Saugen, entlang der Bahn, auf welcher das Protoplasma der Beute in das Innere der *Acinetinen* strömt, weit, beinahe bis zur Körpermitte verfolgen lassen. Das Vorhandensein der

¹ Op. cit. 344.

inneren Fortsetzung der Tentakeln wurde von KOCH,¹ MAUPAS,² und FRAIPONT³ bestätigt, und ich selbst habe bei Beschreibung der Salzwasser-Acinete* hervorgehoben, dass ich dieselbe bei zahlreichen *Acineten* zu unterscheiden vermochte,⁴ und gleichzeitig der Ansicht Ausdruck gegeben, dass sich nicht die Tentakeln im Ganzen in das Leibesinnere fortsetzen, sondern dass die fraglichen Gebilde von den Basalenden der Tentakeln ausgehende radiäre Fäden (und nicht, wie die Tentakeln selbst Röhren) darstellen, welche sich mit den Achsenfäden der Pseudopodien der Heliozoön vergleichen lassen und gleichsam Schienen bilden, auf welchen die beim Saugen aufgenommene Nahrung fortgleitet.

Von HERTWIG werden bei *Podophrya gemmipara* zweierlei Tentakeln unterschieden, nämlich: lange, spitz endigende *Fangfäden*, welche sich beim Zurückziehen spiralig winden; ferner kürzere mit Saugnäpfchen endigende und sich nicht spiralig windende *Saugfäden*; jene sind zum Ergreifen, diese zum Aussaugen der Beute bestimmt; auch hält HERTWIG diesen, auf Form und Function der Tentakeln bezüglichen Unterschied für die Tentakeln sämtlicher

Acinetinen für gültig. Aehnliche zweierlei Tentakeln beobachteten ferner KOCH bei *Podophrya pusilla*, und FRAIPONT bei *P. Benedeni*,¹ während bei vielen anderen, von letzterem Forscher untersuchten *Acinetinen* keine besonderen Saug- und Fangfäden vorkommen; die Verallgemeinerung scheint daher beim gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse nicht für gerechtfertigt.

Aus dem Angeführten geht zur Genüge hervor, dass den Tentakeln oder Saugfäden eine wesentlich andere Structur eigen ist, als den Pseudopodien und Cilien, demnach wird die Ansicht von CLAPARÈDE und LACHMANN, wonach die Tentakeln ganz eigenthümliche, mit den Pseudopodien und Cilien nicht homologe Gebilde sind, als berechtigt anzunehmen sein.

Empfindung und Differenzirungen, welche zur Vermittlung derselben dienen.

Dass sich die Protisten gegen verschiedene äussere Eindrücke nicht indifferent verhalten, auf dieselben vielmehr häufig sehr auffallend reagiren, ist eine jedem Forscher bekannte Thatsache. Gewisse Protisten suchen das Licht auf; wird das Wasser, in welchem sie sich aufhalten, aufgerührt, so werden sie sich binnen kurzer Zeit an der am besten beleuchteten Stelle des Gefässes versammeln; wenn man nun das Gefäss wendet, wodurch sie in Schatten gerathen, so werden sie ihren Platz verlassen und binnen Kurzem wieder die hellste Stelle gefunden haben. Andere Protisten hingegen ziehen sich in den Bodenschlamm oder in den von Blättern oder anderen Gegenständen geworfenen Schatten. Entoparasiten fühlen sich im durchfallenden Licht des Objectträgers sichtbar unbehaglich und trachten sich hastig aus der grellen Lichtsphäre zu retten, wobei sie, durch den ungewohnten Reiz wie betäubt, eine Zeit lang ganz zwecklose Bewegungen ausführen, rennen, wie blind, an einander an, drängen sich herum, wie dies z. B. an *Opalinen*, *Balantidien*, *Nycotheren* und *Trichomonaden* aus der Kloake der Frösche beobachtet werden kann. Wie sehr die Protisten durch das grelle Licht, ausserdem aber im verdunstenden Tropfen gewiss auch noch durch die steigende Concentration der Salze, den Druck des Deckgläschens und die Infection des Tropfens mit irrespirablen Gasen belästigt werden, wird am besten

¹ Zwei Acineten auf *Plumularia setacea*, Ellis. (1876)

4. Vergl. FRAIPONT.

² Sur la *Podophrya fixa*. Arch. de Zoologie exper. et génér. V. 416.

³ Op. cit. 250.

* Bei der Beschreibung der von mir in Szamosfalva gefundenen und mit *Acineta tuberosa* für identisch gehaltenen *Acinetine* that ich der um die *A. tuberosa* herrschenden Confusion Erwähnung. Die von EHRENBURG gebotene Abbildung und Beschreibung sind sehr mangelhaft und ich stützte mich auf die STEIN'schen Beschreibung und Abbildungen, als ich die erwähnte, von der STEIN'schen Ostsee-Acinete gewiss nicht verschiedene Salzwasser-Acinete mit der *A. tuberosa* für identisch hielt. Seither hat FRAIPONT die in Ostende untersuchte echte *Acineta tuberosa* sehr genau beschrieben (Op. cit. S. 247 Taf. III.); dieselbe ist von der von STEIN und von mir beschriebenen *Acinete* darin verschieden, dass der dünne schlanke Stiel mindestens die Länge des Körpers besitzt, meist aber 3—4-mal so lang ist, während die Ostsee- und Szamosfalvaer *Acinete* einen viel kürzeren und dickeren Stiel besitzt; ein fernerer Unterschied liegt darin, dass die für den Leib der *Acinete* so charakteristischen ringförmigen Einschnürungen der echten *A. tuberosa* ganz abgehen. In neuester Zeit hat endlich MAUPAS die STEIN'sche *Acinete* von den Brétagneer und Algirischen Küsten unter dem Namen *Acineta foetida* beschrieben (Contribution à l'étude des Acinétiens. Arch. de Zool. exper. IX. (1881) 315).

⁴ Op. cit. 250,

¹ Op. cit.

dadurch bewiesen, dass dieselben sich binnen kurzer Zeit alle am Rand des Tropfens versammeln, und beim Beobachten von *Orticellinen* wird man häufig genug mit Aerger wahrnehmen, wie dieselben, der unangenehmen Reize überdrüssig, ihren hinteren Cilienkranz entwickeln, sich vom Stiel lösen und aus dem Sehfeld flüchten. Die *Rhizopoden* ziehen ihre Pseudopodien auf unzarte Berührungen ein; zahlreiche *Flagellaten* sieht man unter solchen Umständen sich contrahiren, die zu raschen Contractionen befähigten *Ciliaten* zusammenschnellen, die Hüllen bewohnenden Protisten sich vorsichtig in die Hülle zurückziehen, sowie denn alle der drohenden Gefahr, wenn anders nicht möglich, durch Ortsveränderungen zu entgehen bestrebt sind. Bei steigender Temperatur werden die Bewegungen der Protisten lebhafter, bei sinkender aber träger. Nach den Untersuchungen von KÜHNE sind die *Amoeben* und *Ciliaten* gegen electrische Reize gerade so empfindlich, wie die höheren Thiere. Bei Aufnahme der Nahrung benehmen sich die Protisten gerade so wie Thiere; einige fressen alles Mögliche auf, andere sind dagegen wählerisch und nehmen nur eine gewisse Nahrung, sind demgemäss auch im Stande die zur Nahrung geeigneten Gegenstände sehr wohl und mit staunenswerther Geschwindigkeit zu unterscheiden. Als Beispiel mögen jene Ciliaten dienen, welche ihre Nahrung durch die Thätigkeit ihrer adoralen Cilien in den Mund strudeln: gelangen bei diesen ungeniessbare Gegenstände in den Strudel, so stellt das Infusorium das wirbelnde Spiel der Cilien ein, oder gibt diesem eine Richtung, wodurch der Fremdkörper aus dem zum Mund führenden Strudel hinausgeschleudert wird, oder endlich wird der Fremdkörper mittelst der undulirenden Membran unmittelbar vom Munde weggeschleudert. All diese Thatsachen, welche nach Belieben vermehrt werden könnten, lassen weiter keinen Zweifel darüber, dass die Protisten fühlen, und es tritt die Frage in den Vordergrund, ob dieselben für Leitung und Verarbeitung der Reize mit eigenen Organen, d. i. einem Nervensystem versehen und mit Sinnesorganen ausgestattet sind?

Die erste Frage muss, insofern von einem besonderen Nervensystem die Rede ist, beim heutigen Stand der Wissenschaft entschieden verneint werden. EHRENBURG, der das Princip von der gleich hohen Organisation des gesammten Thierreichs lehrte, musste sich diesem Princip gemäss auch bei den Protisten ein Nervensystem vorstellen, dessen Cen-

tralorgan er in der Form eines unpaaren Markknotens bei zwei Flagellaten, *Euglena* (*Phacus*) *longicaudata* und *Amblyopsis viridis* unterhalb des rothen Augenflecks¹ auch gefunden zu haben vermeinte. Dieses, als «Markknoten» angesprochene Organ, auf welchem der Augenfleck so zu sitzen scheint, wie die Augenflecke der Cyclopen, Daphnien oder Rotatorien auf dem Gehirnganglion, ist nach FOCKE, CLAPARÈDE und LACHMANN,³ sowie nach STEIN thatsächlich vorhanden; jedoch ist CLAPARÈDE und LACHMANN über die physiologische Aufgabe dieses Organs nichts bekannt, STEIN hingegen hielt dasselbe früher für ein fettartiges Gebilde,⁴ nach neueren Untersuchungen aber, welche ihn von der Richtigkeit der von CARTER bereits im Jahre 1856 gemachten Angabe überzeugten, für eine pulsirende Vacuole,⁵ welche Erklärung ich nach eigenen Untersuchungen für ganz richtig halte. Nachdem der imaginäre «Markknoten» solcher Weise auf seinen wahren Werth reducirt war, mussten die übrigen das Nervensystem der Protisten betreffenden EHRENBURG'schen Hypothesen, welche Alles in Allem auf den bei *Euglena* und *Amblyopsis* entdeckten Markknoten basirten, natürlich von selbst in Trümmer fallen. Es ist demnach ein für Nervensystem zu haltendes specielles Organ heutiges Tages bei keinem einzigen Protisten bekannt, und obschon man keinerlei Ursache hat an deren Sensibilität zu zweifeln, so wird man doch nicht zur Annahme irgend eines bisher noch unbekannten differenzirten Nervensystems seine Zuflucht nehmen. Auf eine solche Hypothese sind wir gar nicht angewiesen, giebt es ja doch auch aus Zellen zusammengesetzte Thiere ohne Nervensystem, bei welchen die Function der Nervenzellen durch die Ectodermzellen erfüllt wird, — ein Verhalten, welches namentlich den Di-cyemiden und Orthonectiden eigen ist. Wenn also auch aus Zellen zusammengesetzte Thiere existiren, bei welchen das Nervensystem durch die oberflächliche Körperschicht (aus welcher, wie bekannt, bei den mit einem centralen Nervensystem ausgestatteten Thieren im Lauf der Ontogenese das Centrale Nervensystem sich differenzirt) ersetzt wird: ist es da nicht schon a priori wahrscheinlich, dass auch die

¹ 105.

² Physiologische Studien. A. Wirbellose Thiere. Bremen (1854) 60. Erklärung zu Taf. IV. Fig. 21.

³ I. 57.

⁴ J. V. CARUS, Icones zootomicæ. 1857. Taf. I. Fig. 11.

⁵ I. 91 und III. 144.

einzelligen Wesen kein besonderes Nervensystem besitzen, sondern dass es hauptsächlich das die oberflächliche Körperschicht bildende Ectoplasma ist, welches — wie FRAIPONT¹ mit Recht bemerkt, dem Ectoderm der Thiere entsprechend — Reize aufzunehmen, zu verarbeiten und die Function der einzelnen Organe dirigirende Reize zu wecken vermag, welche dann ohne alle differenzirte Nerven, blos durch das Protoplasma fortgeleitet werden?* Bei den mit Mundöffnung versehenen Protisten wird es durch die ziemlich complicirte Function der in der Umgebung des Mundes gelegenen wichtigen Organe, sowie die in den meisten Fällen in der Richtung des ovalen Körperendes erfolgende Locomotion höchst wahrscheinlich, dass die den Mund umgebenden und im vorderen Körperende gelegenen Protoplasmatheile in hervorragender Weise die Functionen eines Nervencentrums verrichten, ohne zu besonderen Nervenganglien differenzirt zu sein.

ROSSBACH nimmt bei den Infusorien eigene Cen-

¹ Op. cit. 504.

* HUXLEY sagt in seiner Abhandlung über die Grenzzone des Thier- und Pflanzenreichs (ins Ungarische übertragen von GÉZA HORVÁTH, Természettudományi Közlöny. Bd. IX. Hft 89 und 90. 1877) vom Nervensystem der niedersten Lebewesen Folgendes: «Die neueren Untersuchungen über die Structur des Nervensystems der Thiere weisen alle darauf hin, dass die niedersten Elemente des Nervengewebes nicht, wie man bisher glaubte, durch die Nervenfasern gebildet werden. Jede Nervenfaser scheint aus zahlreichen, unendlich feinen Fäden zu bestehen, welche so dünn sind, dass der Durchmesser nicht einmal mit den heutigen so sehr vervollkommenen Mikroskopen deutlich wahrgenommen werden kann. Jeder Nerv ist in der That nichts anders, als ein eigenthümlich veränderter Protoplasmafaden, welcher je zwei Punkte im Organismus verbindet und mittelst welchem diese zwei Punkte auf einander einwirken können. Hieraus ist leicht einzusehen, dass auch die allereinfachsten Lebewesen ein Nervensystem besitzen können. Hiernach würde auch die Frage, ob die Pflanzen mit Nervensystemen versehen sind oder nicht, in einem ganz neuen Licht erscheinen und Histologen und Physiologen als ein so überaus schweres Problem entgegenzutreten, an dessen Lösung nur von einem ganz neuen Standpunkt ausgehend und nach Creirung ganz neuer Methoden geschritten werden könnte... Wir sind sogar gezwungen die Möglichkeit anzunehmen, dass fernere Forschungen vielleicht auch bei den Pflanzen die Spuren irgend einer Art Nervensystem aufdecken werden.» — Was hier der berühmte englische Naturforscher von dem bei den Pflanzen nicht undenkbaren Nervensystem sagt, steht, meines Erachtens, mit den obigen Ausführungen nicht nur nicht im Widerspruch, sondern sogar in vollem Einklang.

tren als Regulatoren der Bewegungen an, hebt aber ausdrücklich hervor, dass er damit nicht gesagt haben will, das gewisse Gebilde (z. B. die Kerne) die Bedeutung solcher Centren hätten — obschon er auch das nicht für unmöglich hielte — sondern blos so viel, dass die verschiedenen Protoplasmapartien verschiedene Rollen spielen und von verschiedener Sensibilität sind.¹ Für diese Annahme spricht sehr überzeugend der Umstand, dass die nämlichen physikalischen und chemischen Reize auf Cilien einerseits, und pulsirende Vacuolen andererseits von ganz verschiedener Wirkung sind; während z. B. gewisse Reize beschleunigte Wimperbewegungen hervorrufen, werden die Pulsationen der Vacuolen verlangsamt und vice versa, ja die letzteren können sogar bei Infusorien, welche durch gewisse Reize tetanisirt wurden, in ungestörtem Rhythmus weiter pulsiren. Für alldies gibt es thatsächlich keine andere Erklärung, als dass die Function der Cilien und der pulsirenden Vacuolen von verschiedenen Centren aus beherrscht wird. Das Centrum der Cilienbewegungen könnte hinsichtlich seiner Function, wenn der Vergleich erlaubt ist, einigermassen mit jenen Theilen des Gehirns verglichen werden, von welchen aus die die Locomotion bedingende zweckmässige Muskelthätigkeit regulirt wird. Sowie dieser Coordinator der Locomotionsbewegungen — wie FLOURENS diesen bei den höheren Vertebraten bekanntermassen durch das Kleinhirn repräsentirten Theil des Centralorgans nennt — zerstört, durch Alcohol oder Alcaloide vergiftet wird, treten anstatt der zweckmässigen Locomotionsbewegungen rasche Drehungen um die eigene Achse oder ein ganz unzweckmässiges Herumtaumeln auf; in der nämlichen Weise geht bei Einwirkung hoher Temperaturen, von Alcohol oder Alcaloiden auf das hypothetische Centrum der Wimperbewegungen, nach den Untersuchungen von ROSSBACH, auch den Infusorien die Steuerungsfähigkeit verloren, und statt zweckmässiger Bewegungen verrichten sie rasende Achsendrehungen. Die totale Unzweckmässigkeit dieser Bewegungen lässt hier wie dort schliessen, dass alle Einwirkungen, welche zu unzweckmässigen Bewegungen führen, zuerst auf das Centrum der zweckmässig coordinirten Bewegungen lähmend eingewirkt haben mussten.

Den zweiten Theil der Frage, nämlich das Vorhandensein von Sinnesorganen bei den Protisten be-

¹ Op. cit. 62—63.

treffend, wird unsere Antwort nicht gänzlich verneinend ausfallen; es können sogar bei den gegenwärtigen Kenntnissen der Organisation der Protisten einigen Protisten mit einer gewissen Berechtigung primitive Sinnesorgane zugesprochen werden.

Zur Perception der thermischen Reize und des Druckes ist, wie bei Thieren mit weicher Körperbedeckung, gewiss auch bei den Protisten die ganze Oberfläche geeignet, insofern dieselbe nicht von einer harten Schale oder einem Panzer bedeckt wird. Diese Fähigkeit kommt zweifelsohne in hervorragendem Maasse den Körperanhängen der Protisten, den Pseudopodien, Geisseln, Cilien, den bei den Ciliaten häufig angetroffenen hals- und rüsselartigen beweglichen Körpertheilen, sowie bei den *Acinetinen* den Tentakeln zu. Die bei manchen Ciliaten unter den übrigen Cilien hervorragenden oder in gewissen Körperregionen angeordneten feinen starren Borsten haben ganz die nämliche Bedeutung, wie Tastborsten. Die sogenannten Trichocysten oder stäbchenförmigen Körperchen scheinen gleichfalls in hervorragender Weise befähigt, Druckreize fortzuleiten und der von STEIN denselben verliehene Name «Tastkörperchen» ist mithin nicht ganz unberechtigt. Dass übrigens die Protisten mit einem äusserst feinen Tastgefühl versehen sind, kann aus dem lebhaften Reagiren auf Berührungen mit Fremdkörpern bestimmt gefolgert werden, und gerade diese Sensibilität ist es, welche selbst den Flagellaten, die mit den niederen Pflanzen in so innigem und unzertrennlichem Zusammenhang stehen, einen so hervorragenden animalischen Stempel aufprägt.

Den Druckreizen am nächsten stehen gewiss die durch Schallwellen hervorgerufenen Reize, und es lässt sich die Möglichkeit nicht leugnen, dass die Pseudopodien und Cilien die Schallwellen dem sensiblen Protoplasma mittheilen können, sowie dass der Schall auch durch die Kieselnadeln der *Radiolarien* (wie durch die spicula der Spongien und Anthozoen) auf das Protoplasma übertragen werden können. Alldies, worauf zuerst von Jäger hingewiesen wurde,¹ kann nicht für unmöglich gehalten werden; man kann die Protisten allerdings für Schallwellen empfindlich halten, ohne — in Ermangelung positiver Daten — zugleich auch die auf die Möglichkeit der obigen Verhältnisse gegründete Kühne Behauptung

zu acceptiren, welche JÄGER in folgenden Worten ausdrückt: «Wir können mithin ganz gut sagen: Wenn ein Wurzelfüsser alle seine Wurzelfüsse voll entfaltet hat, so befindet er sich im Zustand einer beträchtlich gesteigerten Schallempfindlichkeit, also gleichsam in lauschender Haltung.»¹

JOHANNES MÜLLER entdeckte i. J. 1856 bei *Loxodes Rostrum* ganz eigenthümliche Körperchen,² welche ihrem Bau nach als Sinnesorgane imponiren und namentlich mit den bei einigen Turbellarien (z. B. bei mehreren Monocelis-, Convoluta- und Macrostromum-Arten) vorkommenden und von den Forschern bald als Augen (OERSTED, O. SCHMITZ), bald wieder als Gehörbläschen (FREY und LEUCKART, M. SCHULTZE, CLAPARÈDE) angesprochenen Organen scheinbar vollkommen übereinstimmen. Diese auch von CLAPARÈDE und LACHMANN sowie von STEIN, neuerdings aber von WRZESNIOWSKI³ bestätigten Gebilde kommen bei dem angeführten Ciliat längs des rechtseitigen Körperandes in wechselnder Zahl vor und bestehen aus kugeligen Bläschen, welche je ein stark lichtbrechendes Kügelchen einschliessen; sie gleichen mithin vollkommen den Gehörbläschen, welche einen grossen Otolithen enthalten. Die nämlichen Gebilde haben STEIN und ENGELMANN bei den *Oxytrichinen* beschrieben, wo dieselben bald unregelmässig zerstreut, bald an den beiden Körperseiten in je einer Reihe angeordnet, bald wieder an beiden Körperenden, von dunklen Körnchen umgeben, einzeln angetroffen werden; letzteres gilt namentlich von *Oxytricha pellionella*. So sehr aber auch diese hellen Bläschen mit dem otolithenähnlichen Inhalt — der wie ENGELMANN bemerkt, einem wirklichen Otolithen gleich meist zitternde Schwingungen zeigt — den Gehörbläschen niederer Thiere ähnlich sehen mögen, so bleibt die Aehnlichkeit doch nur eine oberflächliche, da keine einzige Beobachtung für die Bedeutung dieser Bläschen als Gehörorgane spricht; STEIN sieht darin auch nichts weiter als in Auflösung begriffene Fettkügelchen, deren haller Hof — das Bläschen — dadurch zu Stande kommt, dass das aufgelöste Fett sich nicht sofort mit dem umgebenden Protoplasma vermischt, sondern um das stetig kleiner werdende Kügelchen sich anhäuft.⁴ Diese Ansicht

¹ Ibidem.

² Beobachtungen über Infusorien etc. AMA. XX. (1870) 493.

³ Vgl. CLAP. et LACHM. II. 342.

⁴ I. 68.

¹ Die Organanfänge. Kosmos. Zeitschr. f. einheitl. Weltanschauung. I. Jg. 3. H. (1877) 202.

wird auch von ENGELMANN getheilt,¹ während WRZESNIOWSKI aus dem Verhalten, welches die in den Bläschen von *Loxodes Rostrum* enthaltenen Kugeln den Reagentien gegenüber bekunden (leichte Löslichkeit in Säuren ohne Aufbrausen) folgert, dass dieselben nicht aus Fett bestehen, sondern mit den kleineren stark lichtbrechenden Körperchen übereinstimmen, welche bei Infusorien an den Körperenden sich anzuheften pflegen und von STEIN für Harnconcremente angesprochen werden.²

Wenn irgendwo, so ist gewiss bei der Feststellung des physiologischen Werthes der Körpertheile der Protisten die grösste Vorsicht am Platze; ein überstürztes Urtheil führt mit seinen Consequenzen in ein Labyrinth von Irrthümern. Wie leicht wäre es z. B. auf Grund des Baues nicht nur die obigen Gebilde für Gehörbläschen anzusprechen, sondern auch noch jene Bläschen, welche sich am Ende von Closterien befinden, über welche sich FREY und LEUCKART, bei Besprechung der Sinnesorgane der Protozoen, folgenderweise äussern: «Falls sich die, allerdings sehr zu bezweifelnde, thierische Natur der Closterien noch ergeben sollte, so könnte man vielleicht mit grösserem Rechte in der kleinen runden Blase, welche an den Spitzen des Körpers dieser Thiere liegt und eine Menge von Körnchen enthält, ein Gehörorgan sehen. Wenigstens kommen die Bewegungen seiner Körnchen ganz mit den Oscillationen der Otolithen der Gasteropoden überein, wie denn auch das Ganze einer verkleinerten Gehörkapsel dieser letzteren Thiere sehr gleicht.»³

Dem von LIEBERKÜHN bei *Ophryoglena flavicans* und *Bursaria flava* (= *Panophrys flava* Duj.) neben dem Mund entdeckten uhrglasförmigen compacten Gebilde,⁴ welches aus einer das Licht stark brechenden Substanz besteht, und nach CLAPARÈDE und LACHMANN mit grosser Wahrscheinlichkeit als ein Sinnesorgan angesprochen werden kann, obschon nicht zu entscheiden ist, ob es zum Sehen, Schmecken oder Riechen dient,⁵ kommt nach STEIN die Bedeutung eines Sinnesorganes gleichfalls nicht zu, sondern scheint, aus den optischen Eigenschaften zuzuschliessen,

eigenthümlich geformtes Fettklümpehen zu sein.¹ Vielleicht sind auch diese uhrglasförmigen Gebilde nichts weiter als Harnconcremente, wenigstens ist bei *Metopus sigmoides* und *Gyrocoris oxyura* im vorderen Körperende, wie auch STEIN hervorhebt,² je ein solches uhrglasförmiges Gebilde, gerade so wie bei *Oxytricha pellionella* das kugelhaltige Bläschen, von zahlreichen winzigen, im durchfallenden Licht schwarz, bei Beleuchtung von oben aber kreideweiss erscheinenden Körnchen umgeben, welche mit den von STEIN bei den *Paramecien* für Harnconcremente angesprochenen Körnchen übereinstimmen.³

Dass die Protisten sämmtlich, wenn auch nicht sehen, so doch das Licht empfinden kann, wie bereits oben erwähnt, aus deren Verhalten bei verschiedengradiger Beleuchtung gefolgert werden. «Das Sehen beschränkt sich hier wohl nur auf Unterscheidung von Licht und Dunkel, was ohne einen besonderen optischen Apparat von der ganzen Körperoberfläche empfunden werden kann.»⁴

Die ersten Anfänge eines Sehorganes bestehen — wie bekannt — in einer Anhäufung von Pigmentkörnchen, welche vermöge der physikalischen Eigenschaften ihrer dunklen Farbe Lichtstrahlen absorbiren; werden um die durch Absorption von Lichtstrahlen in den dunklen Flecken erregten moleculäre Veränderungen mit dem die Reize verarbeitenden Centralorgan unmittelbar oder durch Vermittlung von Nerven mitgetheilt, so wird eine der Qualität des Reizes entsprechende Lichtempfindung zu Stande kommen. Da aber das Protoplasma oder die Sarcode, wie sie bereits DUJARDIN charakterisirte, ohne Nerven empfindet, d. h. Reize zu verarbeiten im Stande ist, so lässt sich wohl mit Recht folgern, dass vom Protoplasmaleib der Protisten auch der Reiz der absorbirten Lichtstrahlen in Empfindung umgesetzt werde.

Durch einfaches Pigment gebildete Flecke, wie sie bei den niedersten Thieren den primitivsten Augen entsprechen und welche ihrer Structur gemäss bloss zur Lichtempfindung und nicht zum Sehen dienen können, sind bei einer Gruppe der Protisten, nämlich sowohl bei den chlorophyllhaltigen als den farblosen *Flagellaten* sehr häufig, ja man kann sagen, dass sie nur selten fehlen. Diese *Augenflecke* oder *Stigmen* der *Flagellaten* sind scharf

¹ Zur Naturgesch. der Infusorien. ZWZ. XI. (1861) 365.

² Beobachtungen über Infusorien etc. ZWZ. XX. (1870) 493.

³ RUD. WAGNER'S Lehrbuch der Zootomie. II. Th. Lehrb. d. Anat. d. wirbellosen Th. Bearb. v. H. FREY u. R. LEUCKART. 1847. 607.

⁴ Beiträge zur Anat. der Infusorien. AAP. (1856) 22.

⁵ I. 57.

¹ I. 68.

² II. 333.

³ I. 68.

⁴ SIEBOLD. Vergl. Anat. der wirbellosen Thiere. (1845) 14.

umschriebene, stets unpaare Pigmentanhäufungen von rother Farbe in verschiedenen Tönen und Nuancen, welche am Geisselende des Körpers eine mediane oder randständige Stelle einnehmen, im letzteren Falle etwas über die Körperoberfläche hervorragend. EHRENBURG konnte natürlich nicht im mindesten zögern, diese Stigmen der Flagellaten für Augen zu erklären; diese Auffassung wurde jedoch bereits von DUJARDIN zurückgewiesen und in neuerer Zeit beinahe allgemein verworfen: einerseits darum, weil — wie v. SIEBOLD sagt — dieselben eines lichtbrechenden Körpers entbehren und überhaupt mit einer der Nervenmasse vergleichbaren Substanz nicht in Verbindung stehen;¹ andererseits aber darum, weil — wie STEIN,² ferner CLAPARÈDE und LACHMANN³ hervorheben — mit denen der *Flagellaten* vollkommen übereinstimmende Stigmen auch bei den Schwärmsporen der Algen vorkommen. Den ersteren Einwand betreffend wird es wohl genügen, wenn ich hervorhebe, dass es sich ja, wie bei den einfachen Pigmentflecken zahlreicher niederer Thiere, in erster Reihe nicht um sehende, sondern blos das Lichtempfindende (photoskopische) Augen handelt, wozu die Licht absorbirenden dunklen Stigmen genügen, während die Nervensubstanz bei den des Nervensystems entbehrenden Protisten durch das sensible Protoplasma selbst vertreten werden kann. Indessen erscheint der Augenfleck der *Flagellaten* schon durch die Constanz seiner Stelle und seines Vorkommens von anderer Bedeutung, als die den Gehörbläschen ähnlichen und die uhrglasförmigen Gebilde, welche nicht einmal bei ein und derselben Art constant vorkommen und deren Zahl und Anordnung, zumindest des der Kugeln enthaltenden Blasen, mehr-weniger variirt. Dabei zeigen die Stigmen der *Flagellaten* bei starker Vergrößerung eine Structur, vermöge welcher das Sehen (nicht blos das Lichtempfinden) mittelst dieser Organe auch nicht ganz von der Hand gewiesen werden kann. So wird vom Stigma der *Anthophysa* eine von einer rothen Hülle umgebene, stark lichtbrechende, hyaline Kugel eingeschlossen; die Stigmen des *Volvox*, der *Pandorina* und *Eudorina* enthalten je eine von einer blutrothen Substanz umhüllte glänzende Kugel, welche von der Körperoberfläche etwas hervorragt

und hier von einem ringförmigen Saum umgeben wird.

Bei den *Euglenen* endlich bestehen die Stigmen aus zahlreichen stark lichtbrechenden Kügelchen, welche einer blutrothen Substanz eingelagert sind und unter welchen sich dasjenige, welches die Mitte der Gruppe einnimmt, in der Regel durch eine die übrigen übertreffende Grösse auszeichnet, und stimmen — das letztere Verhältniss abgesehen — genau mit jenen Augenflecken überein, welche von M. SCHULTZE bei einigen Turbellarien, namentlich *Vortex balticus*, *V. viridis* und *Macrostomum Hystrix* beschrieben wurden.¹ Die Stigmen der Flagellaten enthalten demnach eine oder mehrere kleine, lichtbrechende Kugeln, und wenn M. SCHULTZE geneigt ist, die stark lichtbrechenden winzigen Kügelchen in den Augenflecken der Turbellarien für Bilder erzeugende Linsen anzusprechen, so könnte wohl dasselbe mit der nämlichen Berechtigung auch von den Kügelchen in den Stigmen der Flagellaten gehalten werden; trotzdem dünkt es mir aber für viel wahrscheinlicher, dass die glänzenden Kügelchen sowohl bei den Turbellarien als bei den Flagellaten als Sammellinsen einfach das Licht zu concentriren bestimmt sind, und dass diese Stigmen, trotz ihrer winzigen Linsen, doch lediglich nur Lichtempfindung und kein Sehen vermitteln.

Auch der andere Einwand vermag, meines Erachtens, einer von jedem Vorurtheil freien objectiven Kritik nicht Stand zu halten. Dass die Stigmen der Schwärmsporen der Algen und der Flagellaten morphologisch vollkommen gleiche Gebilde sind, ist eine unbezweifelbare Thatsache; andererseits ist es Thatsache, dass die Stigmen, vermöge ihres Baues, zur Concentrirung und Absorption der Lichtstrahlen, sowie zur Mittheilung der Lichtreize an das sensible Protoplasma vorzüglich geeignete Differenzirungen des Schwärmsporen- oder Flagellatenleibes sind. Bei diesem Stand der Dinge lautet die der Beantwortung harrende Frage nicht dahin, was ohne Alteration unserer traditionellen Begriffe über Pflanzen möglich sei, sondern ob die mit photoskopischen Organen ausgestatteten Schwärmer und Flagellaten das Licht empfinden oder nicht? Bei der Uebereinstimmung sämtlicher einschlägiger Beobachtungen kann die Antwort nicht anders lauten, als dass die-

¹ Lehrb. der vergl. Anat. d. wirbellosen Thiere. 14.

² I. 65.

³ I. 57.

¹ Beiträge zur Naturgeschichte der Turbellarien. Greifswald (1851) 25.

selben das Licht in der That und sehr lebhaft empfinden, und gestützt auf diesen entscheidenden Thatbestand, kann mit HAECKEL mit vollkommener Berechtigung behauptet werden, dass bei den Flagellaten durch den Pigmentfleck Lichtempfindungen vermittelt werden,¹ sowie auch die Richtigkeit jener Vermuthung von PAGENSTECHER bestätigt werden, dass bei den Euglenen, welche sich dem Licht zu bewegen, die zur Vorwärtsbewegung nöthigen Vorgänge durch den Augenfleck eingeleitet werden.²

Was aber von dem Werth des Augenflecks der mit den Algen, wie oben ausgeführt, im innigsten Zusammenhang stehenden grünen *Flagellaten* gilt, dasselbe muss auch von den in den Entwicklungskreis der Algen gehörigen *Flagellaten*, nämlich den Schwärmsporen und deren rothem Augenfleck gelten. Es sei hier nochmals betont, dass es sich nicht um ein Auge handelt, welches sieht, sondern um einen umschriebenen Fleck im Körper des Schwärmers, welcher vermöge seines Baues mehr befähigt ist Licht zu absorbiren, als die übrigen Partien der Zelle, und welcher die durch die absorbirten Strahlen erweckten Reize dem sensiblen Protoplasma mittheilt. Das Vorkommen solcher zur Vermittlung der Lichtempfindungen bestimmter nachweisbarer Organe bei den für Licht so sehr empfindlichen Schwärmsporen kann, meiner Auffassung nach, heut zu Tage keinen Anstoss mehr erregen; sind ja doch die Geisseln oder Cilien, sowie die pulsirenden Vacuolen der Schwärmsporen ebenfalls solche Differenzirungen, welche noch vor einigen Decennien bei Pflanzen gerade so unglaublich erschienen — die pulsirenden Vacuolen werden sogar, wie oben dargelegt wurde, von STEIN auch heute noch, obschon ohne Zweifel ganz unrichtig, für animalische Charaktere angesprochen — als das, dass die Pflanzen zur Empfindung des Lichtes, eines der wichtigsten Bedingungen ihres Gedeihens, mit eigenen Organen versehen seien. Die Natur verfolgt — wie GOETHE sagt — ihren eigenen Weg, und was uns als Ausnahme scheint, ist die Regel.

Dass die Stigmen der Algenschwärmer nicht ganz bedeutungslose rothe Punkte sein können, sondern während der Schwärmeperiode gewisse wich-

tige Aufgaben erfüllen, welche nach vollendetem Schwärmen, sobald die zum Keimen geeignete Stelle gefunden wurde, ihre Lösung gefunden, diesbezüglich will ich nur noch den einen Umstand anführen, dass bei den zur Ruhe gelangten Schwärmern mit den Geisseln auch die rothen Stigmen einer raschen Rückbildung verfallen und verschwinden. Wer nur einmal bei den Schwärmern z. B. einer *Ulothrix* oder eines *Stigeoclonium* die während der Keimung sich einstellenden Veränderungen aufmerksam verfolgte, konnte beobachten, dass so bald die Bewegungen nach Einziehen der von einfachen Plasmafäden gebildeten Geisseln aufhören, und der Schwärmer sich am vorderen Körperende in die Länge zu strecken anfängt, binnen Kurzem auch der Augenfleck die Farbe wechselt, entweder verblasst oder dunkler wird und zum Schluss in einzelne Körnchen zerfällt, welche häufig in eine Vacuole des schaumigen Protoplasma der Keimzelle gerathen, wo sie durch das moleculäre Wimmeln die Aufmerksamkeit auf sich ziehen; kurz beim Keimen werden die Stigmen als nicht mehr functionirende Organe, desorganisirt. Wird man durch diesen Vorgang nicht lebhaft an die sich frei bewegenden Larven gewisser parasitischer und sessiler Thiere erinnert, deren Augen nach erfolgtem Einwandern oder Niederlassen sich rückbilden, und dient diese Uebereinstimmung nicht als neuer Beleg für die Auffassung der Stigmen als Organe der Lichtempfindung?

Während des Schwärmens der Algenspore ziehen zwei Erscheinungen animalischer Natur unsere Aufmerksamkeit auf sich: die eine ist die Bewegung selbst, die andere aber deren Richtung, welche die Spore dem Licht zuführt; erstere wird durch die Function der Geisseln oder Cilien, die letztere durch die des photoskopischen Augenflecks ermöglicht.

Abgesehen von den Flagellaten, kommen Augenflecke bei den übrigen Protisten nur ausnahmsweise vor; demgemäss sind letztere gegen Licht, wenn auch nicht indifferent, so doch entschieden minder empfindlich, als die Flagellaten. Unter diesen der Stigmen entbehrenden Protisten aber sind, zufolge allgemeiner physikalischer Gesetze, natürlich diejenigen gegen Licht empfindlicher, deren Protoplasma durch Einlagerung von Pigmenten ausgezeichnet ist; auch bei den farblosen Protisten aber ist immerhin noch ein geringerer Grad von Lichtempfindung durch die Zusammensetzung des Protoplasma aus zwei Substanzen von verschiedenem Brechungsindex,

¹ Ursprung und Entwicklung der Sinneswerkzeuge. Kosmos. II. Jahrg. 8. H. (1878) 107.

² Allgemeine Zoologie. I. Th. (1875) 341.

nämlich aus der glashellen Grundsubstanz und aus den derselben eingelagerten stärker lichtbrechenden Granulationen ermöglicht. Durch das Vorhandensein von Augenflecken bilden bloß einige Ciliaten von den übrigen eine Ausnahme, so z. B. mehrere Arten von *Ophryoglena*, welche an der vorderen Körperpartie, vor dem Mund, gewissermaßen an der Stirne einen scharf umschriebenen, aus schwarzem oder rothem Pigment gebildeten Fleck führen, ferner nach den Untersuchungen von CLAPARÈDE und LACHMANN die frei umherschwärmenden Individuen von *Freia*, welche noch keine Hülse abgesondert haben.¹ Nach den genannten Forschern führen die frei umherschwärmenden, jungen cylindrischen Individuen der *Freia* an der vorderen Körperpartie, dort, wo sich später die beiden, mächtigen, Pferdeohren ähnlichen Lappen entwickeln, einen schwarzen halbmondförmigen Fleck, hinter welchem sich häufig noch ein einer Krystalllinse ähnliches, sehr durchsichtiges Körperchen unterscheiden lässt.² Auch konnte von LACHMANN beobachtet werden, wie sich diese mit einem Augenfleck versehenen, frei herumschwärmenden Individuen — in welchen wohl Niemand eine *Freia* zu erkennen geneigt wäre — zur sessilen Form entwickeln. Die Schwärmer lassen sich nieder, secerniren allmählig ihre Hüllen, die beiden Lappen fangen an hervorzuspriessen, wobei der Augenfleck immer verschwommener wird und wahrscheinlich zum Schluss ganz verschwindet, da die hüllenbewohnende entwickelte Form keinen Augenfleck aufweist. Es wiederholt sich also hier ein Fall, welcher bei so zahlreichen parasitischen und im entwickelten Zustand sessilen Thieren zu beobachten ist, dass nämlich die Larven ihre Augen, welche ihnen zur Zeit des freien Herumirrens gewiss wichtige Dienste leisteten, nach erfolgtem Einwandern oder Niederlassen, wo sie gänzlich überflüssig werden, verlieren.

Während die Stigmen der *Flagellaten* stets ganz scharf umschrieben sind, gehen dieselben bei den *Ciliaten* häufig verschwommen in das Pigment über, welches die vorderen Körperpartien oder den ganzen Leib färbt; dieses Verhältniss entspricht ganz dem, welches wir bei den Turbellarien kennen, wo bei einigen Arten die bei den übrigen scharf umgrenzten Augen durch diffuses schwarzes oder rothes Pigment des vorderen Körpertheiles ersetzt sind.

Diesem Verhalten begegnete ich bei *Ophryoglena atra*, wo der aus kleinen Körnchen zusammengesetzte Augenfleck nicht immer entwickelt ist, sondern anstatt dessen das den ganzen Körper färbende schwarze Pigment gegen die vorderen Körpertheile zu stets an Sättigung gewinnt, und aus diesem dunklen aber diffusen Pigment scheinen, vielleicht bloß bei älteren Individuen, die zu Augenflecken sich verdichtenden Körnchen ausgeschieden zu werden. Dasselbe fand ich ferner bei dem für die Kochsalz-Gewässer überaus charakteristischen und von mir als *Chlamydodon Cyclops* beschriebenen Ciliaten,¹ bei welchem das den ganzen Körper blass oder dunkler ziegelroth färbende Pigment an der Stirne in einen diffusen blutrothen Fleck übergeht, aus dessen Mitte ein einer Krystalllinse ähnliches helles Kügelchen etwas über die Convexität der Stirne hervorragt. Einen ganz ähnlichen, in die blass ziegelrothe Körperfarbe diffus übergehenden prächtig blutrothen Fleck fand ich ganz constant an der Stirne einer in der Umgebung von Hermannstadt in der Gesellschaft von *Volvox Globator* und *V. minor* lebenden und der PERTY'schen *Cyclogramma rubens* am nächsten verwandten *Nassuline*.

Alles beim gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse über die Sensibilität der Protisten Bekannte lässt sich im Folgenden zusammenfassen: ein als Nervensystem anzusprechendes differencirtes Organ geht den Protisten ab und die Function desselben wird durch die ohne Nerven sensible Sarcode oder das Protoplasma verrichtet. Das Protoplasma ist gegen verschiedene Reize empfindlich; die thermischen und Druckreize werden durch die ganze Körperoberfläche, insbesondere aber durch deren Fortsätze und Anhänge recipirt, welche auch einfallende Schallwellen, als specifische Reize, auf das sensible Protoplasma zu übertragen vermögen; differenzirte Gehörorgane kommen aber nicht vor. Als die einzigen differenzirten Sinnesorgane können die dunklen Augenflecke angesehen werden, welche, gleich den photoskopischen Augen der nie-

¹ I. S. 218.

² Vgl. Taf. 9. Fig. 8—9.

¹ Die Infusorienfauna der Salzseen zu Thorda und Szamosfalva. Jahrbücher der I. J. 1875 zu Előpatak gehaltenen XVIII. Wanderversammlung ung. Naturforscher und Aerzte. Separatabdruck. S. 14 Taf. I. Fig. 14—20 (ungarisch).

deren Thiere, eine scharfe Unterscheidung von Licht und Dunkel ermöglichen.

Pulsirende Vacuolen.

Die in der Rindenschicht des Protistenleibes eingebetteten *pulsirenden* oder *contractilen Vacuolen* (*Räume, Behälter, Blasen, vésicules, vacuoles contractiles*) erfuhren von Seite älterer und neuerer Forscher eine höchst verschiedene Deutung.

Diese wasserklare Flüssigkeit enthaltenden Vacuolen, welche sich Herzen gleich in regelmässigem Rhythmus contrahiren und ausdehnen, verschwinden und aufs Neue hervortreten, sind nach den heutigen Kenntnissen mit Ausnahme der *Gregarinen* und *Noctilucen*, bei den Protisten sehr allgemein verbreitet; sie sind, die *Polythalamien* und *Radiolarien* ausgenommen, beinahe bei allen übrigen *Rhizopoden*, sowie bei sämtlichen *Flagellaten* vorhanden; unter den *Ciliaten* aber gehen sie blos den meisten *Opalininen* ab.

STEIN sieht, wie bereits oben ausgeführt und wie vor ihm CLAPARÈDE, LACHMANN und SCHNEIDER in diesen contractilen Vacuolen ausschliesslich animalische Kennzeichen, und hält demgemäss alle mit pulsirenden Vacuolen versehenen Flagellaten in das Thierreich gehörig; dieser Ansicht gegenüber habe ich bereits weiter oben diejenigen Algen- und Pilzschwärmer angeführt, bei welchen pulsirende Vacuolen zur Beobachtung kamen, weshalb auch die Vacuolen kein Kriterium zur Entscheidung der Angehörigkeit in das Thier- oder Pflanzenreich geben können.

Zahl und Anordnung der pulsirenden Vacuolen scheinen zwar zwischen ziemlich weiten Grenzen zu schwanken, bleiben aber innerhalb verwandter Gruppen doch zumeist ziemlich constant, während bei derselben Art die Anzahl der Vacuolen nur selten variirt. Als Beispiel für den letzteren Ausnahmefall mag *Arcella vulgaris* dienen, deren junge Individuen constant mit zwei, am Körperrand einander gegenüber gelegenen Vacuolen versehen sind, während es bei grossen Exemplaren entweder bei der ursprünglichen Zahl verbleibt, oder zu dieser noch zahlreiche den Körper umsäumende neue Vacuolen hinzutreten. Ein ähnliches Verhalten kann bei vielen *Heliozoën*, sowie bei den *Difflogien* constatirt werden; bei jenen beträgt die ursprüngliche Zahl zwei, bei letzteren eins. Bei den *Rhizopoden* beträgt die Zahl der Vacuolen eins, zwei oder dessen

vielfaches. Bei den *Rhizopoden* mit lappenförmigen Pseudopodien ist, mit Ausnahme der *Arcellen*, gewöhnlich nur eine Vacuole vorhanden, seltener mehrere; dagegen besitzen die *Rhizopoden* mit radiären Pseudopodien, namentlich die *Heliozoën* und *Euglyphen*, mindestens zwei Vacuolen, während bei den grösseren *Heliozoën*, mögen sie auch derselben Art angehören, zu den zwei Vacuolen der kleineren Exemplare in der Regel noch mehrere hinzutreten. Bei den *Rhizopoden* mit schlauchförmigen Hülsen pflegen die Vacuolen, wenn blos eine oder zwei vorhanden sind, stets in der vorderen Körperhälfte zu liegen; bei grösserer Anzahl können dieselben auf der ganzen Oberfläche zerstreut sein. Sind bei *Heliozoën* und *Arcellen* blos zwei Vacuolen vorhanden, so sind sie stets gegenständig; bei grösserer Anzahl sind die Vacuolen in ziemlich regelmässigen Abständen zerstreut, so, dass der ganze Körper in zahlreiche Vacuolenterritorien von gleicher Ausdehnung zerfällt. Beiden fortwährenden Formveränderungen der *Amoeben* kann von einer fixen Stelle der Vacuole nur bei denen die Rede sein, welche sich mit gestrecktem Leib, einem schmelzenden Tropfen gleich, fliessend bewegen; bei dieser Bewegungsform verbleibt die einzige Vacuole stets im hinteren Körperteil.

Unter den *Flagellaten* sind die *chlorophyllhaltigen* beinahe ausnahmslos durch zwei Vacuolen charakterisirt, welche sich am vorderen Körperende unter der einzigen oder paarigen Geissel befinden. Die ersten Beobachtungen über diese zwei Vacuolen der Flagellaten wurden von FOCKE¹ und COHN² gleichzeitig mitgeteilt; ersterer wies die zwei Vacuolen bei *Chlamydomonas pulvisculus*, letzterer bei demselben *Chlamydomonas*, sowie bei den Individuen von *Gonium pectorale* nach. Seitdem wurden diese Entdeckungen vielfach als richtig bestätigt und die zwei Vacuolen auch bei den übrigen grünen Flagellaten aufgefunden. In seiner unvollendet gebliebenen Monographie der Flagellaten hat STEIN den *Eugleniden* und noch einigen verwandten chlorophyllhaltigen *Flagellaten* zwar blos eine contractile Vacuole zugeschrieben, doch ist dies entschieden ein Irrthum, welcher weiter unten, bei der Bespre-

¹ Physiologische Studien. A. Wirbellose Thiere. II. Bremen (1854) 4.

² Untersuch. über die Entwicklungsgeschichte der microscopischen Algen und Pilze. Acta Acad. caes. Leop. Carol. Vol. 24. 1854.

chung der Aufgabe der Vacuolen gewürdigt werden soll.

Auch die *chlorophyllfreien Flagellaten* weisen entweder zwei Vacuolen an der Basis der einen oder zwei Geisseln auf, oder blos eine in der Nähe des Mundes oder etwas rückwärts gegen die Leibesmitte, oder endlich, im seltensten Fall, vor dem hinteren Körperende.

Bei den *Ciliaten* begegnet man am häufigsten einer einzigen Vacuole: so im STEIN'schen System bei den *Peritrichen* beinahe ausnahmslos, unter den *Hypotrichen* bei den *Oxytrichinen*, *Euplotinen*, *Aspidiscinen* und *Peritrominen*, unter den *Heterotrichen* bei den *Spirostomeen* und *Stentorinen*, unter den *Holotrichen* bei den *Cinetochilinen* und einem Theil der *Paramecinen*, *Enchelinen* und *Trachelinen*, endlich bei den meisten *Acinetinen*. Zwei pulsirende Vacuolen kommen nur selten vor, so bei den Arten des Genus *Paramecium*, bei einigen *Bursarinen* und nach BÜTSCHLI und WRZESNIEWSKI bei etlichen *Vorticellinen*. Durch mehr wie zwei, zuweilen sehr viel Vacuolen sind charakterisirt: die *Erviliinen* und *Chlamydodonten* in der Ordnung der *Hypotrichen*, ein Theil der *Bursarinen* unter den *Heterotrichen*, ferner ein Theil der *Paramecinen*, *Enchelinen* und *Trachelinen* in der Ordnung der *Holotrichen*; endlich einige *Acinetinen*.

Die einzige Vacuole befindet sich entweder in der Nähe des Mundes oder am hinteren Körperende; zu den letzteren gehören die meisten *Heterotrichen* mit einer Vacuole und unter den *Holotrichen* die *Enchelinen* und *Trachelinen*, während die *Peritrichen* und die mit einer Vacuole versehenen *Hypotrichen* insgesamt der ersteren Gruppe angehören. Bei den Ciliaten mit zwei Vacuolen befinden sich diese in gleichen Abständen vom Munde entfernt am Rande des Körpers. Die zahlreichen Vacuolen endlich sind entweder in einer Reihe am Rande des Körpers angeordnet (ein Theil der polyvacuolären *Holotrichen*) oder in gleichen Abständen über den ganzen Körper zerstreut (polyvacuoläre *Heterotrichen* und ein Theil der *Holotrichen*).

Die heutigen Tages abenteuerlich klingende Ansicht von EHRENBERG, wonach die contractilen Vacuolen *Samenbläschen* wären, welche durch ihre Pulsationen den Samen behufs Befruchtung der winzigen Eier im ganzen Körper vertheilen, wurde von keinem neueren Forscher acceptirt. Dagegen fand die bereits im Jahre 1835 geäußerte Auffassung von

WIEGMANN,¹ dass die pulsirenden Vacuolen Centralorgane eines Circulations- oder Blutgefäßsystems wären, also *das Herz repräsentirten* — was übrigens GLEICHEN bereits im vorigen Jahrhundert vermuthete — viele Anhänger. Dieser Auslegung schlossen sich v. SIEBOLD,² CLAPARÈDE,³ LACHMANN,⁴ LIEBERKÜHN,⁵ JOHANNES MÜLLER⁶, und neuestens FROMENTEL⁷ an. Dieser Auffassung nach dienen die pulsirenden Vacuolen dazu, die Nährsäfte oder das Blut in regelmässiger Circulation zu erhalten; die während der Diastole sich anfüllende Vacuole contrahirt sich auf dem Höhepunkt der Erweiterung und scheint für einen Augenblick gänzlich zu verschwinden, um binnen einigen Secunden aufs neue angefüllt, wieder in Systole zu treten und ihren Inhalt in den Körper, respective in die Gefässe zu ergiessen. Die Bahnen, in welchen die in Bewegung gehaltenen Säfte sich bewegen, sind meist unsichtbar; aber bei einigen Ciliaten öffnen sich zur Systole radiär angeordnete Gefässe, welche die in sie gepressten Säfte aufnehmen und weiter fördern. Letztere sind bei *Paramecium Aurelia* am längsten bekannt, wo sie von SPALLANZANI, wie oben erwähnt, bereits im Jahre 1776 beobachtet wurden; es sind das 8 bis 10 radiär angeordnete, von der Vacuole mit geschwellter Basis ausgehende und fein gespitzt zulaufende, also birn- oder lancettförmigen Blättern ähnliche helle Flecken, welche bei der Systole einen netten Stern darstellen. Aehnliche Gefässe, aber feiner und zahlreicher, beobachtete LIEBERKÜHN bei *Bursaria flava* und *Ophryoglena flavicans*, wo der Verlauf dieser feinen Gefässe im Ectoplasma von dem durch die Vacuole gebildeten Centrum aus weithin verfolgt werden kann. Am auffallendsten ist dieses Gefäßsystem bei *Cyrtostomum leucas* entwickelt, wo die zahlreichen Gefässe geschlängelt verlaufen und sich verzweigen. Ein zwar etwas vereinfachtes, aber ziemlich getreues Bild liefert von diesem verzweigten Gefäßsystem des *Cyrtosto-*

¹ WIEGMANN's Arch. (1835) I. 12. Vgl. LACHMANN, Ueber die Org. der Infusorien. 374.

² Lehrb. der vergl. Anatomie der wirbellosen Thiere. 19.

³ Ueber Actinophrys Eichhornii. AAP. (1854) 404.

⁴ Ueber die Organ. der Infusorien etc. AAP. (1856) 374. Ferner: in dem mit CLAPARÈDE herausgegebenen Werke I. 42.

⁵ Beiträge zur Anatomie der Infusorien. AAP. (1856) 26.

⁶ Monatsb. der berliner Akad. (1856) 392. Vgl. STEIN I. 86.

⁷ Études sur les Microzoaires. (1874) 37.

mum Mme JÖBARD-MUTEAU,¹ nennt aber das abgebildete Infusorium irrthümlich *Panophrys Chrysalis*.

Ich will nicht unerwähnt lassen, dass in diesen Gefässen eine regelmässige Circulation sich schon a priori schwer vorstellen lässt, da sowohl zur Einleitung der Säfte in die Vacuolen, als auch zur Ableitung aus diesen, dieselben Gefässe dienen.

Im Jahre 1849 trat OSCAR SCHMIDT mit einer ganz neuen Erklärung der pulsirenden Vacuolen auf,² welche auf dessen hochwichtiger Entdeckung fusste, wonach die Vacuolen von *Cyrtostomum* (Bursaria) *Leucas* und *Paramecium Aurelia* mittelst einer feinen Oeffnung nach aussen Münden, demgemäss keinesfalls Herzen entsprechen können, wogegen alle Wahrscheinlichkeit dafür spricht, dass dieselben mit den Blasen des Wassergefässsystems bei Rotatorien, Saug-, und anderen Würmern gleichwerthig, die von denselben ausgehenden Gefässe aber Wassergefässe sind.

Die Richtigkeit der SCHMIDT'schen Entdeckung wurde von CARTER,³ LEYDIG,⁴ STEIN,⁵ BALBIANI,⁶ ZENKER,⁷ SCHWALBE,⁸ WRZESNIOWSKI,⁹ RAY LANCASTER,¹⁰ ROAD,¹¹ ROSSRACH¹², BÜTSCHLI¹³ und ENGELMANN¹⁴

¹ FROMENTEL, Op. cit. Taf. 16. Fig. 3.

² FROMENTEL's neue Notizen. Vgl. ZENKER, Beiträge zur Naturgesch. der Infusorien. AMA. II. (1863) 333.

³ Annales of Natural History. Bd. 18. 1856. 126. Vgl. STEIN I. 86.

⁴ Lehrbuch der Histologie. (1857) 395.

⁵ I. 86.

⁶ Journal de physiologie (1861) 487. Vgl. Wrzesniewski ZWZ. XXIX. (1877) 310.

⁷ Beitrag zur Naturgeschichte der Infusorien. AMA. II. (1866) 322.

⁸ Ueber die contractilen Behälter der Infusorien. AMA. II. (1866) 351.

⁹ Ein Beitrag zur Anatomie der Infusorien. AMA. V. (1869) 25. Ferner: Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. ZWZ. XXIX. (1877) 306.

¹⁰ Quat. Journ. microscop. sc. 143. LEUCKART's Bericht. AN. 36. Jahrg. II. (1870) 366.

¹¹ Sillim. Journ. 1853. Bd. 15. S. 70. Vgl. WRZESNIOWSKI ZWZ. XXIX. (1877) 310.

¹² Die rhythmischen Bewegungserscheinungen der einfachsten Org. u. ihr Verhalten gegen physikalische Agentien und Arzneimittel. Arb. aus d. zoolog.-zootom. Institut in Würzburg. 1. H. 1872. S. 9.

¹³ Ueber Dendrocometes paradoxus, STEIN, nebst einigen Bemerk. ü. Spirochona gemmipara u. d. contr. Vacuol. der Vorticellen. ZWZ. XXVIII. (1877) 62.

¹⁴ Zur Naturg. d. Infusorien. ZWZ. XI. (1861) 380.

G. ENTZ, Protisten.

theils an *Cyrtostomum* und *Paramecium*, theils an vielen deren Infusorien bestätigt. Die genannten Forscher stimmen darin überein, dass die contractilen Vacuolen sich bei der Systole nach aussen ergiessen, und zwar durch eine einzige, bei jeder Systole sich öffnende und nachher spurlos verschwindende (*Actinosphaerium*), oder durch eine präformirte feine, aber bei manchen Infusorien sehr gut zu unterscheidende Oeffnung, welche nach ZENKER bei *Cyrtostomum* in der Diastole durch einen zarten Schleimpfropf gleichsam wie durch ein Ventil verschlossen wird, oder aber ihren Inhalt durch mehrere feine Oeffnungen der Cuticula hindurch filtrirt; letzteres Verhalten wurde von STEIN bei *Bursaria flava* und *Ophryoglena acuminata*, von BÜTSCHLI aber bei *Acineta mystacina* gefunden.

Auf den Einwand, dass wenn sich die contractilen Vacuolen während der Systole wirklich nach aussen entleerten, hierdurch kleine Gegenstände in Bewegung gerathen müssten, was aber entschieden nicht beobachtet werden kann, weshalb die angenommene Existenz einer Oeffnung auf optische Täuschung zurückzuführen wäre: gibt STEIN die zutreffende Antwort, dass wenn das entleerte Wasser selbst bei grösseren Rotatorien, z. B. *Hydatina Senta*, in der Nähe der Cloake keine Strömungen verursachte — obschon hier das Ausspritzen des Blaseninhalts keinem Zweifel unterliegt — dies um so weniger von den Entleerungen der Vacuolen der Protisten erwartet werden kann.¹ In einer jeden Zweifel ausschliessenden Weise spricht für die während der Systole nach aussen erfolgende Entleerung der pulsirenden Vacuolen die von ENGELMANN über eine von ihm charakteristisch als *Chilodon propellens* bezeichneten *Chilodon*-Art veröffentlichte Beobachtung. Dieses Infusorium macht bei den, in Zeiträumen von einer halben Minute sich wiederholenden systolischen Contractionen der am hinteren Körperende situirten Vacuole stets einen Ruck nach vorwärts, welche Erscheinung wie die pulsirende Vorwärtsbewegung bei *Medusen*, *Salpen* oder *Leptodiscus medusoides* bloss aus dem Rückstoss des ausgespritzten Wassers auf den Körper zu erklären ist.

Durch diese Beobachtungen wird die Möglichkeit, dass die Vacuolen Herzen entsprechen, gänzlich aus-

Ferner: Zur Physiol. d. contr. Vacuol. d. Infusorien. Zoolog. Anzeig. I. (1878) No. 6. S. 121.

¹ I. 89.

geschlossen; seit dem Erscheinen des ersten Theiles der STEIN'schen Monographie wurde die von WIEGMANN herrührende Auffassung thatsächlich ganz fallen gelassen, und einer gänzlichen Ignorirung der nach dem Erscheinen der Studien von CLAPARÈDE und LACHMANN veröffentlichten Beobachtungen ist es zuzuschreiben, wenn FROMENTEL sagt: «La vésicale contractile est pour presque tous les observateurs actuels le coeur, le centre de la circulation chez les Microzoaires.»¹ Hat ja doch LACHMANN selbst, der in dem mit CLAPARÈDE herausgegebenen grossen Werk, die pulsirenden Vacuolen noch als Herzen ansprach, kurz vor seinem Tode veröffentlicht, sich bei der mit *Discophora* (*Acineta*) *Ferrum equinum* nahe verwandten *Discophora speciosa* mit aller Entschiedenheit überzeugt zu haben, dass die pulsirende Vacuole sich mittelst eines feinen Canals nach aussen öffnet.¹

Von den Wassergefässen der Würmer lehrte — wie bekannt — die alte Auffassung, dass sie das Wasser abwechselnd aufnehmende und entleerende Respirationsorgane sind, also gewissermassen zu einer Respiration aus Wasser geeignete Analoga der Insektentracheen repräsentiren. Dieser Auffassung gemäss wurden von O. SCHMIDT auch die mit den Wassergefässen der Würmer gleichwerthigen pulsirenden Vacuolen der Infusorien für Respirationsorgane, welche abwechselnd Wasser aufnehmen und entleeren, angesprochen. Nachdem aber LEYDIG nachwies, dass die Wassergefässe der Würmer zu einer Wasseraufnahme von aussen nicht geeignet sind, sondern blos zur Entleerung des in der Körperhöhle oder in Ermangelung einer solchen im Körperparenchym angesammelten Wassers, und der im Verlauf der Wassergefässe ausgeschiedenen Producte des Stoffwechsels dienen, und den pulsirenden Vacuolen der Protisten dieselbe Aufgabe zuschrieb, während andererseits eine Wasseraufnahme von aussen überhaupt nicht constatirt wurde: schlossen sich STEIN und andere Forscher dieser Auffassung an, und sehen in den contractilen Vacuolen der Protisten Excretionsorgane. Die Natur der ausgeschiedenen Zersetzungsproducte konnte bisher nicht direct ergründet werden; trotzdem lässt sich mit grösster Wahrscheinlichkeit behaupten, dass die entleerten Producte

des Stoffwechsels im Wasser absorbirte gasartige Substanzen sind: bei den auf animalische Art athmenden Protisten Kohlensäure, bei den mittelst Chlorophyll assimilirenden aber Sauerstoff. Demnach ist es klar, dass die contractilen Vacuolen bei der Respiration der Protisten — was in neuerer Zeit besonders von ZENKER betont wurde¹ — jedenfalls eine sehr wichtige Rolle spielen, und dass SPALLANZANI und DUJARDIN, indem sie die pulsirenden Vacuolen geradezu als Respirationsorgane ansprachen, in gewisser Hinsicht Recht hatten. Die Protisten nehmen theils durch die ganze Körperoberfläche, theils durch den Mund fortwährend Wasser auf, von welchem das Plasma durchströmt, irrigirt wird, und welches die zur Respiration dienende Gasart gegen Kohlensäure, resp. Sauerstoff umtauscht, worauf es auf gewissen, bei manchen Infusorien deutlich sichtbaren Bahnen in den pulsirenden Vacuolen sich ansammelt und von diesen bei der Systole entleert wird. Durch die frequenten Entleerungen der Vacuolen wird das Eindringen des Wassers in den Protistenleib, wie leicht einzusehen, befördert, das Wasser gewissermassen eingepumpt, also durch die Pulsationen der Vacuolen das Einsickern und Ausströmen des Wassers unausgesetzt unterhalten. Neben der mit der Respiration der Protisten im innigsten Zusammenhang stehenden Function — welche, wie erwähnt, in neuerer Zeit besonders von ZENKER betont wurde — haben aber die pulsirenden Vacuolen bei allen Protisten mit animalischem Stoffwechsel auch noch gelöste Harnbestandtheile zu entleeren. Gegen diese Ansicht scheint zwar ein Widerspruch in dem Umstand zu liegen, dass sich in gewissen Körpertheilen vieler Protisten für Harnbestandtheile zu haltende Concremente ablagern und anhäufen; allein, der Widerspruch ist nur ein scheinbarer, da man doch dieses Ablagern und Anhäufen von Harnbestandtheilen auch bei zahlreichen mit einem Wassergefäss-System versehenen Würmern, in den feinsten Verzweigungen oder den diese umgebenden Geweben beobachten kann. Auf ähnliche Weise dürfte sich auch das Ablagern von Harnbestandtheilen bei Protisten erklären. Diese um die Respiration und Harnausscheidung sich drehende Doppelaufgabe der contractilen Vacuolen und der zu diesen führenden Bahnen ist eigentlich bereits in der Erklärung enthalten, welche von LEYDIG in seinem Handbuch der vergleichenden Histolo-

¹ Verhandl. des naturforsch. Vereins der preuss. Rheinlande. 16. S. 91. Vgl. LEUCKART: Bericht über die Leistungen in der Naturgeschichte der niederen Thiere während d. Jahres 1859. AN. 26. II. (1861) 247.

¹ Op. cit. 338.

gie von der physiologischen Aufgabe der Wassergefäße der Würmer, mit welchen er die Vacuolen und deren Zuleitungsgänge für identisch hält, gegeben wurde, und HAECKEL irrt sich, wenn er diese in neuerer Zeit auch von ihm acceptirte Auffassung als seine eigene ansieht.¹

Da die contractilen Vacuolen Wasser entleeren, ist die Anfüllung der bereits oben erwähnten radiären Gefäße bei eintretender Systole jedenfalls eine eigenthümliche Erscheinung, welche von STEIN mit der Annahme erklärt wird, dass nicht die ganze Vacuole sich entleert, sondern ein Theil des Inhalts auf denselben Bahnen, welche ihn der Vacuole zuführten, wieder zurückdrängt. Dem gegenüber hebt SCHWALBE hervor, dass sich durch genauere Beobachtung nachweisen lässt, dass — wie dies übrigens schon von LIEBERKÜHN erwähnt wurde — bei *Paramecium Aurelia* die Anschwellung der radiären Gefäße nicht mit der Systole, sondern erst gegen Ende der Diastole beginnt, also augenscheinlich nicht durch die zurückdrängende Flüssigkeit hervorgerufen wird. Dass die Flüssigkeit bei der Systole nicht in die Strahlen zurückströmt — sagt SCHWALBE² — kann durch den in dieser Richtung dem etwa eindringenden Wasser sich gegenüber stellenden doppelten Widerstand leicht erklärt werden; erstens steht die durch Aufnahme durch den Mund fortwährend zunehmende Flüssigkeit im Infusorienleib unter einem gewissen Druck, und dann sind die Wandungen der Strahlen auch noch contractil. Die Möglichkeit einer auf den ganzen Verlauf sich erstreckenden Contraction kann ohne Schwierigkeit beobachtet werden. Diese beiden Momente genügen hinlänglich, um eine Regurgitation der ausgetriebenen Flüssigkeit zu verhindern. Der Flüssigkeit steht bloß ein Weg offen und der führt nach aussen. Hierbei ist, wie bereits die älteren Forscher betonten, sehr deutlich zu beobachten, dass die Vacuole von innen nach auswärts, gegen die Cuticula zu sich contrahirt.

Die SCHWALBE'sche Beweisführung ruht, meines Erachtens, auf vollkommen soliden Grundlagen; demgemäss müssen die radiären Gefäße der pulsirenden Vacuolen lediglich als Zuleitungswege betrachtet werden.

Ohne Zweifel fällt dieselbe Aufgabe auch den von

STEIN beschriebenen, rosettenförmig angeordneten kugeligen einfachen Safräumen zu, welche während der Systole bei zahlreichen Infusorien, aber auch bei einigen Flagellaten und Rhizopoden um die collabirte Vacuole herum auftreten; dieselben sammeln nämlich die Flüssigkeit und übergeben sie an die Vacuole, welche sich auf ihre Kosten erweitert. Desgleichen wird auch der von STEIN genau beschriebene, longitudinale Kanal, welcher z. B. bei den *Stentoren* vom hinteren Körperende, bei zahlreichen anderen *Heterotrichen* aber von der vorderen Körperpartie zur pulsirenden Vacuole führt, dem nämlichen Zweck dienen. Aehnliche longitudinale Kanäle leiten, nach den Untersuchungen von WRZESNIEWSKI, bei *Uroleptus Piscis* und *Loxophyllum Melcagris* den Vacuolen die Flüssigkeit zu. Bei manchen Infusorien kommen die longitudinalen Gefäße durch Verschmelzen der in der Verlaufsrichtung des Gefäßes auftretenden Tropfen zu Stande; dies gilt namentlich, nach den STEIN'schen Untersuchungen von *Stylonychia Mytilus*.¹

Die contractilen Vacuolen münden entweder mit besonderen Oeffnungen an der Körperoberfläche, oder aber die Afteröffnung dient gleichzeitig zur Wasserentleerung. Bei den *Vorticellinen* scheint zwar, als ob sich die Vacuole in den Schlund ergießen würde; doch öffnet sich bei diesen Infusorien in die vordere erweiterte Schlundpartie, das *Vestibulum*, auch der Anus, und WRZESNIEWSKI wies in einer sehr genauen Zusammenstellung der bisherigen genügend zahlreichen Daten über die Mündung der Infusorienvacuolen² nach, dass eigentlich auch bei diesen die Afteröffnung zur Ableitung des Vacuoleninhalts dient, und zwar wird bei einigen, namentlich bei dem von WRZESNIEWSKI sehr genau studirten *Ophrydium versatile* der Inhalt der contrahirten Vacuole aus der von der Analöffnung ziemlich weit gelegenen Vacuole durch ein langes Ausführungsgefäß dem im Vestibulum sich öffnenden Anus zugeführt. Solche Ausführungsgefäße sind übrigens ausser den *Vorticellinen* nur noch bei einigen *Acineten*, und bei einigen jener *Trachelinen* und *Enchelinen* bekannt, deren Vacuolen sich in den Anus öffnen. Bei *Carchesium polypinum* wurde von GREEFF neben der pulsirenden Vacuole noch ein eigenthümliches bald anschwellendes, bald collabirendes Bläschen

¹ Zur Morphologie der Infusorien. JZ. VII. H. 4. (1873) S. 548.

² Op. cit. 355.

¹ I. 89.

² ZWZ. XXIX, 311 und 312.

entdeckt, dessen Oberfläche mit kleinen, geraden, stäbchenförmigen Körperchen besetzt ist, und er meint, dass dieses räthselhafte Bläschen sowohl mit der pulsirenden Vacuole als auch mit dem Vestibulum communicirt, obschon er sich hiervon nicht bestimmt überzeugen konnte.¹ Das nämliche Gebilde fand auch BÜTSCHLI bei mehreren *Vorticellinen* (*Carchesium polypinum*, *Vorticella nebulifera*, *V. monilata*, *V. citrina* und *V. sp.?*), während dasselbe bei anderen constant fehlt (*Vorticella microstoma*, *Epistylis plicatilis*, *E. flavicans*, *Opercularia articulata*).² Nach BÜTSCHLI ist dieses von ihm als «Reservoir» bezeichnete Gebilde ein von einer verdichteten Plasmanschicht umgebene Bläschen, welches in Folge eines sich in seinem Inneren verzweigenden feinen Protoplasmagerüstes eine schwammige Structur zeigt; genannter Forscher konnte sich überzeugen, dass dieses Reservoir in der That einerseits mit dem Vestibulum, andererseits mit der pulsirenden Vacuole communicirt und bei Systole der letzteren anschwillt. Demnach gelangt die aus der Vacuole ausgetriebene Flüssigkeit erst durch das Reservoir filtrirt in das Vestibulum; das Reservoir entspricht also dem Ausführungsgang bei *Ophrydium*, wobei er aber möglicher Weise auch noch zur Ausscheidung gewisser Substanzen dient. Die von GREEFF beobachteten stäbchenförmigen Körperchen sind vielleicht Harnconcremente, sowie auch die nach WRZESNIEWSKI im Verlauf des Ausführungsgangs von *Ophrydium* gelegenen überaus kleinen, stark lichtbrechenden stäbchenförmigen Körperchen ausgeschiedene Harnbestandtheile sein dürften.

Nicht nur die Aufgabe, sondern auch die Structur der pulsirenden Vacuolen begegnete abweichenden Auffassungen. O. SCHMIDT, CARTER, JOHANNES MÜLLER, CLAPARÈDE und LACHMANN sehen in den pulsirenden Vacuolen und den zuführenden Saftgängen mit eigenen contractilen Wandungen versehene Organe, in den Vacuolen also Bläschen und in den Gängen wahre Gefässe. Nach CLAPARÈDE und LACHMANN besäßen die von ihnen als Herzen angesprochenen contractilen Vacuolen bei manchen Infusorien ganz deutlich ausnehmbare selbständige Wandungen; so hat z. B. bei *Enchelyodon farctus* die Blasenwandung

eine Dicke von 0,0013 mm.¹ Dagegen hebt LIEBERKÜHN ausdrücklich hervor, dass er sich bei keinem einzigen Infusorium von der Anwesenheit einer, die Vacuole und Gefässe umgebenden Wandung überzeugen konnte. STEIN aber, ferner SCHWALBE, WRZESNIEWSKI und die neueren Forscher überhaupt theilen und unterstützen mit ihren Beobachtungsergebnissen die zuerst von v. SIEBOLD ausgeführte Ansicht. Nach alldem sind die Vacuolen keine Blasen, sondern Hohlräume im Ectoplasma ohne eigene Membran, die Gefässe aber einfache Gänge. Dass die zuleitenden Gefässe der eigenen Wandung entbehren, wird am überzeugendsten durch das Auftreten des Longitudinalgefässes von *Stylonychia Mytilus* bewiesen; es treten nämlich bei diesem Infusorium — wie oben erwähnt — dem Verlauf des Gefässes entlang zuerst einzelne Tropfen auf, welche später, nachdem sie durch fortgesetzte Ansammlung von Flüssigkeit einen gewissen Umfang erreicht haben, zu einem scheinbaren Gefäss zusammenfliessen; gegen das Vorhandensein einer Membran spricht ferner der Umstand, dass in grössere Gefässe, so z. B. wie STEIN hervorhebt, in das umfangreiche Longitudinalgefäss der *Stentoren*, gelegentlich aus dem Entoplasma einzelne von aussen aufgenommene Körper, z. B. verschlungene *Euglenen* eindringen, was bei Vorhandensein einer besonderen Gefässmembran wohl kaum möglich wäre. Ebenso wenig, wie bei den gefässähnlichen Gängen, gelang es neueren Forschern weder direct, noch mit Hilfe von Reagentien, eine besondere Membran um die contractilen Vacuolen nachzuweisen. SCHWALBE erwähnt, dass bei den *Stentoren* mit beginnender Diastole aus dem umgebenden Protoplasma einige Fortsätze in die Vacuole hineinragen, welche mit zunehmender Dilatation allmähig retrahirt werden; das Ganze macht den Eindruck, als ob die collabirten Wandungen der entleerten Vacuole verkleben, und die verbindenden Protoplasmafäden erst mit Eintritt der Diastole zerreißen würden. Noch deutlicher sprechen für die Membranlosigkeit der Vacuolen die sehr genauen Untersuchungen von WRZESNIEWSKI, nach welchen bei den *Enchelinen* und unter diesen namentlich auch bei *Enchelyodon farctus* — wo nach CLAPARÈDE und LACHMANN die besondere Membran der contractilen Vacuole am deutlichsten zu unterscheiden wäre — die Vacuole selbst durch Verschmelzen der während der Systole in der Umgebung in

¹ Untersuchungen über den Bau und die Naturgeschichte der Vorticellen. AN. XXXVII. (1871) 205.

² Ueber Dendrocometes paradoxus, STEIN, etc. ZWZ. XXVIII. (1877) 63.

¹ I. 53.

rosettenförmiger Anordnung auftretenden Tropfen, also nach Zerreißen der die einzelnen Tropfen trennenden Protoplasmatheilchen zu Stande kommt, d. i. während jeder Diastole aufs Neue gebildet wird, — ein Verhalten, welches mit dem Vorhandensein einer besonderen Membran gewiss nicht in Einklang zu bringen ist. Auf das ganz in der nämlichen Weise beobachtete Zustandekommen der Vacuole bei *Trachelius Lamella*, *Phialina vermicularis* und *Nyctotherus cordiformis* gründete schon v. SIEBOLD die Ansicht, dass Vacuolen sowohl, als Gefässe im Protoplasma ausgehöhlte membranlose Spalten sind,¹ welche Auffassung durch die Untersuchungen der soeben citirten Forscher als richtig bestätigt wurde. ROSSBACH, der durch seine umfangreichen und mühsamen Untersuchungen über die physiologischen Verhältnisse der pulsirenden Vacuolen so ausgezeichnete Verdienste sich erwarb, will, auf seine mit der grössten Genauigkeit ausgeführten Beobachtungen gestützt, die grossen Differenzen zwischen den beiden Ansichten einigermassen ausgleichen, oder wenigstens verringern. Nach ihm sind zwar Vacuolen und Gefässe mit eigenen Membranen nicht versehen, doch besteht eine Grenzschrift von verschiedener Consistenz und demgemäss werden von ihm zweierlei Vacuolen unterschieden: solche, «deren begrenzende Sarcodeschicht nur geringgradig sich verdichtet und nach Entfernung der fremden Flüssigkeit sich rasch mit der anderen Sarcodeschicht ausgleicht; und solche, deren Wandung schon eine viel intensivere Verdichtung erfährt, so dass die Zeit zwischen Entleerung und beginnender Anfüllung nicht lange genug dauert, um, wenn ich so sagen darf, eine Lösung der dichteren Sarcode durch die weniger dichte des übrigen Körpers herbeizuführen.»² In die erstere Kategorie gehören z. B. die contractilen Vacuolen der *Enchelinen*, in die letztere die der *Oxytrichinen*.

Vom Rhythmus und der Pulsfrequenz der Vacuolen waren vor Erscheinen der ROSSBACH'schen Arbeit bloss einzelne kurze Angaben bekannt. Dass die Vacuolen bei einigen Protisten in frequenterem Rhythmus pulsiren, als bei anderen, ist schon seit langem bekannt. STEIN betont, dass die Vacuolen der marinen Infusorien in viel längeren Zeiträumen pulsiren, als bei den Süsswasser-Infusorien;³ dieselbe

Erfahrung machte ich an den in Salzseen lebenden Infusorien und Rhizopoden. Diese Erscheinung sucht STEIN dadurch zu erklären, dass das concentrirte Salzwasser langsamer durch das Protoplasma filtrirt, als Süsswasser, während ich, gestützt auf die Thatsache, dass durch Salzwasser absorbirte Luft mehr Sauerstoff enthält, als im Süsswasser enthaltene Luft, zur Annahme hinneige, dass den in Salzwässern lebenden Protisten auch eine seltenere Erneuerung des durch den Körper hindurchfiltrirenden Wassers genügt, und dass dies die Ursache der selteneren Pulsation ist. SCHWALBE findet ein umgekehrtes Verhältniss zwischen Grösse und Pulsfrequenz der Vacuolen; auf zwei Minuten fielen bei *Chilodon Cucullulus* 13 bis 14, bei *Paramecium Aurelia* 10 bis 11, bei *Vorticella microstoma* 1 bis 2 Contractionen: wird der Sauerstoff durch Kohlensäure verdrängt, so nimmt die Pulsfrequenz anfangs zu, dann ab; durch hohe Temperaturen wird die Irritabilität des Protoplasma und in Folge dessen auch die Zahl der Contractionen herabgesetzt.¹

Diesen fragmentarischen Angaben gegenüber muss den umfangreichen Untersuchungen von ROSSBACH eine hohe Wichtigkeit beigemessen werden; dieselben eröffnen einen tieferen Einblick in die Contractionsgesetze der Vacuolen, aber auch — da der Vacuolenpuls, sowie sämtliche Bewegungen des Protistenleibes durch das Protoplasma verrichtet werden — in die Irritabilitätsgesetze des Protoplasma, und sind daher von allgemeinem Interesse.²

ROSSBACH wählte zu seinen planmässig durchgeführten Untersuchungen Süsswasser-*Amoeben* und einige Ciliaten (*Euplotes Charon*, *Stylonychia pustulata*, *Chilodon Cucullulus*, *Vorticella* sp.), und konnte zunächst constatiren, dass die Contractionen der Vacuolen bei *Amoeben* unregelmässig, bei *Ciliaten* hingegen in ganz regelmässigem Rhythmus wiederkehren. Bei *Amoeben* bildet irgend ein in die Nähe der Vacuole gedrungenes Körnchen, oder eine Berührung der *Amoebe* mit fremden Körpern einen hinlänglichen Reiz zum Eintritt der Contraction der Vacuole. Doch auch ohne die Einwirkung solcher nachweisbarer Reize ist die Pulsation ganz unregelmässig; so waren bei den zur Beobachtung erwählten drei *Amoeben* (A, B, C) bei einer Temperatur von 16° C. von einer Systole zur anderen Secunden vergangen:

¹ Lehrb. der vergl. Anatomie. 21.

² Die rhythmischen Bewegungserscheinungen etc. 20.

³ I. 91.

¹ Ueber die contractilen Behälter etc. 161.

² Die rhythmischen Bewegungserscheinungen etc.

A 97. 86. 154. 70. 81. 115. 90.
 B 149. 103. 233. 131. 118.
 C 100. 150. 135 150.

Bei einer vierten *Amoeba* bei 20° C.: 73, 526, 351.

Zu bemerken ist, dass die drei letzten *Amoeben* derselben Art angehörten und mit *A. verrucosa* übereinzustimmen schienen.

Dem gegenüber wird die grosse Regelmässigkeit des Rhythmus der Contractionen bei den *Ciliaten* durch die folgenden Secundenzahlen der zwischen je zwei Systolen verstrichenen Zeiträume bewiesen:

Euplotes Charon: (16° C.), 31. 32. 33. 31. 31. 32.
Stylonychia pustulata (16° C.), 10. 9. 9. 10. 9.
Chilodon Cucullulus (15° C.), 5. 5.
 „ „ (18° C.), 5. 5. 5. 5. 5. 5.
Vorticella sp. (17° C.), 9. 9. 8. 10. 9. 9. 9. 9.¹

Aus diesen Zahlen geht eine je nach der Art verschiedene Pulsfrequenz der Vacuolen bei den Infusorien hervor (bei derselben Art und bei unveränderter Temperatur fand sie ROSSBACH constant); dabei sind die Schwankungen der Pulsfrequenz so minimal, dass sie kaum verdienen in Betracht gezogen zu werden, selbst wenn man die bei dem benutzten MÄTZEL-schen Metronom auch bei der grössten Uebung im Zählen unvermeidliche Fehler berücksichtigt.

Indessen bleibt der Rhythmus der Contractionen bloss bei der nämlichen Temperatur und so lang unverändert, als der Protist in derselben Flüssigkeit gehalten wird, in der er sich aufhielt; verschiedene physikalische und chemische Agentien bilden auf den Rhythmus der Contractionen nach bestimmten Gesetzen wesentlich modificirend eingreifende Reize.

Der durch die Temperatur geübte modificirende Einfluss kann schon an den unregelmässig pulsirenden Vacuolen der Amoeben erkannt werden; bei abnehmender Temperatur werden die auf die Contractionen folgenden Pausen immer länger, und schon bei 5°C scheinen die Pulsationen überhaupt aufzuhören. Ueber 25° hinaus werden die Vacuolen mit dem ganzen *Amoeben*-Leib kleiner, um 40° herum aber wieder grösser, nehmen aber die Pulsationen auch bei einem abermaligen Sinken der Temperatur nicht wieder auf, zum Beweis, dass die *Amoeba* bei 40° abstirbt.

Bei den Infusorien sind die durch Temperaturunterschiede am Rhythmus der regelmässig pulsiren-

den Vacuolen hervorgerufenen Veränderungen viel auffallender, und in Bezug auf diese wurden von ROSSBACH die folgenden interessanten Gesetze festgestellt:¹

1. Die Schnelligkeit der rhythmischen Bewegungen der contractilen Blase hängt mit der Temperatur des Körpers auf das Engste zusammen, so dass ein und dieselbe Thierspecies in normalen Verhältnissen, bei gleicher Temperatur immer die gleiche Zahl von Contractionen hat.

Aus der Zahl der rhythmischen Contractionen kann man daher einen sicheren Rückschluss auf den augenblicklichen Temperaturgrad machen. Ein auf diese Verhältnisse untersuchtes Infusorium kann für die Folgezeit als Thermometer der Flüssigkeit dienen, in der es lebt.

Die Wärme hat also einen ganz bestimmten Einfluss auf die Intensität des Processes, durch den eine rhythmische Thätigkeit zu Stande kommt.

2. Von 4° C. an aufwärts bis zu 30° nimmt die Schnelligkeit der rhythmischen Bewegungen immer zu.

3. Die Beschleunigung ist eine stärkere bei von 4—15°, als bei von 15—30° aufsteigender Temperatur.

Es setzt also eine unter 15° herabgehende Temperatur die Zahl der rhythmischen Contractionen in viel höherem Maasse herab, als eine Temperatur über 15° sie vermehrt.

4. Von einem bestimmten hohen Temperaturgrade an (30—35°) findet keine Beschleunigung der rhythmischen Thätigkeit mehr statt. Dieser Temperaturgrad liegt um so niedriger, je grösser die Schnelligkeit des Rhythmus schon bei niedriger Temperatur war.

5. Langsamere rhythmische Bewegung erfährt durch Temperatursteigerung die stärkere, schnellere rhythmische Bewegung die geringere Beschleunigung; d. i. die Schnelligkeit einer raschen rhythmischen Bewegung wird durch Temperaturunterschiede viel weniger alterirt, als die einer langsam rhythmischen Bewegung. Bei keinem Infusorium konnte durch Temperatursteigerung mehr als 20 Contractionen per Minute (*Vorticella*) erregt werden.

6. Bei einer Temperatur unter 0° und über 42° hört mit dem Leben des ganzen Körpers auch die rhythmische Thätigkeit auf.

¹ Op. cit. 26—39.

¹ Op. cit. 33.

7. Es blieb sich für die Contractionszahl gleich, ob ein Temperaturgrad längere oder kürzere Zeit eingewirkt hat, ob die Temperatur langsam oder rasch in die Höhe getrieben wurde. Ein und dieselbe Temperatur, ob sie 1 Minute oder $\frac{1}{2}$ Tag einwirkt, ist immer von ein- und derselben Contractionsfrequenz der contractilen Blasen begleitet.

Unter den übrigen physikalischen und chemischen Agentien wirkt eine Sauerstoffentziehung lähmend auf die sich erweiternden Vacuolen ein.

Bei Sättigung der Flüssigkeit mit indifferenten Substanzen werden die Vacuolen beträchtlich kleiner, und mit dem Konzentrationsgrad hält auch die Verlangsamung des Pulses gleichen Schritt.

Säuren in kleinen Gaben (und nur solche kommen in Betracht, da grosse Dosen rasch tödtend auf die Protisten wirken) erzielen eine Verkleinerung des ganzen Leibes und auch der pulsirenden Vacuolen, wobei die Pulsfrequenz gleich zu Beginn der Einwirkung abnimmt.

Auf minimale Dosen von Alkalien werden die Vacuolen dilatirt und die Contraktionen stetig seltener.

Auf starke Gaben von Alkohol hören die Vacuolen in einem mittleren Dilatationsgrad auf zu functioniren; durch mittlere Dosen wird die Pulsfrequenz der Vacuolen, im Anfang, bloß herabgesetzt.

Durch mittlere und kleinere Dosen von Alcaloiden werden die gelähmten Vacuolen ausserordentlich dilatirt.

Unter electrischen Strömen von mittlerer Stärke dauert die regelmässige Pulsation der Vacuolen ungestört weiter, obschon der ganze Körper und die Cilien durch den Strom tetanisirt werden.¹

Fragt man nun nach der eigentlichen Ursache der rhythmischen Contraktionen, also nach dem Reiz, der die Vacuolen zur Pulsation anregt, so erhält man die Antwort in folgender Gruppierung der ROSSBACH'schen Forschungsergebnisse:²

Die rhythmischen Bewegungen der contractilen Blase sind Folge von Oxydationsvorgängen in dem Protoplasma.

Der Moment des Oxydationsvorgangs ist der

die Contraction bedingende und zu Stande bringende Reiz.

Die Möglichkeit der Oxydation hängt ab zunächst von der Beschaffenheit des Protoplasma selbst und von der Menge der in demselben vorhandenen oxydationsfähigen Stoffe, sodann von der Grösse der Sauerstoffzufuhr.

Diese Oxydationsfähigkeit des Protoplasma wird erhöht durch Steigen, erniedrigt durch Sinken der Temperatur, ganz aufgehoben durch die Alcaloide.

Die Grösse der Sauerstoffzunahme wird vermehrt durch Steigen, vermindert durch Sinken der Temperatur, sowie durch jede Aenderung des endosmotischen Vorgangs.

Eine Vermehrung der Sauerstoffaufnahme kann nur dann beschleunigt werden, wenn für die grössere Menge Sauerstoff auch hinlänglich oxydirbare Stoffe vorhanden sind.

Es resultirt daher die Schnelligkeit der rhythmischen Bewegungen im normalen Zustande von der Menge der oxydirbaren Stoffe, des Sauerstoffs und der Höhe der Temperatur.

Jede Oxydation setzt ein Oxydationsproduct (Säure) ab; sobald dieses gebildet ist, hört der Reiz auf.

Oxydationsvorgang und Oxydationsproduct sind sonach die nothwendig wechselnden Ursachen der rhythmischen Bewegung, der abwechselnden Zusammenziehung und Ausdehnung.

Die ROSSBACH'schen Untersuchungen erstrecken sich bloß auf *Amoeben* und *Ciliaten*, also ausschliesslich auf animalische Protisten, und lassen die nach Art der Pflanzen mittelst Chlorophylls assimilirenden *Flagellaten* ganz unberücksichtigt. Es fragt sich nun, ob wohl bei letzteren die rhythmische Thätigkeit der contractilen Vacuolen durch die nämlichen Reize eingeleitet werden, wie bei jenen? Auf diese Frage kann in Ermangelung einschlägiger Beobachtungen eine bestimmte Antwort nicht ertheilt werden; zieht man aber den vom farblosen oder chlorophyllfreien vollkommen verschiedenen Kraft- und Stoffwechsel des chlorophyllhaltigen Protoplasma in Betracht, welcher in *ultima analysi* in einer, unter Bindung von lebendiger Kraft verlaufenden Desoxydation der von aussen aufgenommenen hochoxydirten anorganischen Verbindungen und in einer Ausscheidung des freigewordenen Sauerstoffs besteht — während im farblosen Protoplasma die durch das grüne Proto-

¹ Op. cit. 57—59.

² Op. cit. 70.

plasma gebildeten sauerstoffarmen organischen Verbindungen durch von aussen aufgenommenen Sauerstoff oxydirt, hierbei Kräfte frei und hochoxydirt zersetzungsproducte ausgeschieden werden —: so kann gewiss nicht angenommen werden, dass das chlorophyllhaltige Protoplasma durch die nämlichen Reize zu Pulsationen angeregt wird; dagegen spricht viel Wahrscheinlichkeit dafür — vorausgesetzt, dass die rhythmische Thätigkeit des chlorophyllfreien Protoplasma wirklich durch die Oxydation und die Oxydationsproducten erregt wird — dass bei grünen Flagellaten die Vacuolen unter der erregenden Einwirkung des Reductionsprocesses und des freigewordenen Sauerstoffs pulsiren.

Ich habe bereits weiter oben erwähnt, dass die chlorophyllhaltigen *Flagellaten* beinahe ausnahmslos durch zwei Vacuolen charakterisirt sind,* welche an der Basis der einen oder zwei Geisseln alternirend pulsiren. Auch bei den in die Familie der *Eugleniden* und *Chloropeltiden* gehörigen *Flagellaten*, welchen STEIN blos eine Vacuole zuschrieb, können diese zwei Vacuolen sehr gut unterschieden werden, und wurden es auch beide bei *Euglena* bereits von CLAPARÈDE und bestimmter von CARTER, nur dass diese Forscher die eine Vacuole unrichtig aufgefasst hatten; doch selbst aus der von STEIN gelieferten Beschreibung geht das Vorhandensein einer zweiten Vacuole mit Wahrscheinlichkeit hervor, und wird auch von STEIN nicht als unmöglich ausgeschlossen. Ich halte es für nöthig auf diesen Gegenstand — wie ich bereits oben andeutete — zurückzukehren, da die zwei verschiedenen Aufgaben dienenden Vacuolen zum Verständniss der einheitlichen Organisation und der Ernährungsverhältnisse der Flagellaten, meines Erachtens, von Wichtigkeit sind.

Die eine Vacuole der *Euglenen* wurde, wie bekannt, bereits von EHRENBURG unterschieden, nur dass dieser Forscher, den wahren Werth gänzlich verkennend, dieselbe für den Markknoten hielt. FOCKE hat in seinen Abbildungen die wechselnden Contouren der einen Vacuole der *Euglena* sehr charakteristisch wiedergegeben,¹ aber, trotzdem er deren vollständiges Verschwinden bei Jodbehand-

lung hervorhob,¹ an der EHRENBURG'schen Auffassung festgehalten und sie als Markknoten bezeichnet. LACHMANN betont die durch CLAPARÈDE erfolgte Entdeckung der contractilen Vacuolen bei *Euglena Pleuronectes* (= *Phacus Pleuronectes Duj.*) und *E. Acus*, und knüpft hieran folgende Bemerkung: «Bei den *Euglenen* ist das Auffinden der contractilen Stelle, ausser durch die Beweglichkeit der Thiere, noch besonders erschwert, dass sie gerade über oder dicht neben dem hellen von EHRENBURG als Markknoten gedeuteten Fleck liegt.»²

Da das neben oder über der pulsirenden Vacuole gelegene und als Ganglion angesprochene Organ in der That vorhanden und — wie zuerst CARTER, dann STEIN nachwies — auch nichts anderes, als eine pulsirende Vacuole ist: wird es klar, dass CLAPARÈDE beide Vacuolen sehen musste.

Ueber die, auf die Vacuolen von *Euglena* bezüglichen CARTER'schen Untersuchungen giebt STEIN folgendes Resumé: «CARTER gebührt das Verdienst, in diesem Gebilde zuerst einen contractilen Behälter erkannt zu haben. Anfangs fiel ihm nur die verschiedene Form und Grösse, die der Behälter bei den einzelnen Individuen zeigt, auf, später aber beobachtete er auch die allmälige, jedoch nie ganz vollständige Entleerung desselben. Der nähere Hergang konnte nur an ruhenden, kuglig contrahirten *Euglenen*, welche sich zu encystiren im Begriff standen oder bereits encystirt waren und aus den Cysten herausgesprengt und möglichst platt gedrückt wurden, beobachtet werden. Alsdann zeigte sich zur Seite des eigentlichen contractilen Behälters ein sehr kleiner, mit ihm in Verbindung stehender Nebenbehälter (Sinus), der sich nach und nach mit Flüssigkeit füllt und sehr bedeutend ausdehnt und dann seinen Inhalt in den Hauptbehälter ergiesst, wodurch dieser prall erfüllt wird, während der Nebenbehälter auf sein ursprüngliches Volumen zurücksinkt und als ein ganz winziges Bläschen erscheint. Hierauf füllt sich der Nebenbehälter von Neuem, und je mehr dies geschieht, einen um so grösseren Druck übt er auf den Hauptbehälter aus, wodurch dieser zum grössten Theil entleert wird, um alsdann wieder von dem sich nun entleerenden Nebenbehälter gefüllt zu werden.»³

* Mehr wie zwei Vacuolen fand CIENKOWSKI bei *Hydrurus* und den Schwärmern einer *Palmellen*-Art. Ueber *Palmellaceen* und einige *Flagellaten*. AMA. Bd. VI. (1870) 422.

¹ Physiologische Studien. II. H. 1854. Taf. IV.

¹ S. 60. Erklärung zu Fig. 23.

² Ueber die Organisation der Infusorien. AAP. (1856) 369.

³ III. S. 144. CARTER, Annals of. natur. History. Bd. 20. (1857) 34—35.

Nach den STEIN'schen Untersuchungen steht bei den *Euglenen* die einzige Vacuole mit dem Schlund in Verbindung. Das letzterwähnte Organ, nämlich der Schlund wurde zwar von MORREN bereits im Jahre 1843 bei *Euglena sanguinea* entdeckt,¹ doch gebührt unstreitbar STEIN das Verdienst, das Vorkommen dieses in morphologischer Hinsicht hochwichtigen Organs bei sämtlichen *Euglenen* und zahlreichen anderen grünen *Flagellaten* nachgewiesen, genau und getreu abgebildet zu haben. Die Oeffnung des Schlundes nach der Aussenwelt, also der Mund, stellt ein kleines kreisförmiges, an der Basis der zumeist einzelnen, selten doppelten Geissel am vorderen Körperende situiertes Loch vor, welches jedoch nur selten gerade an der Spitze sitzt, viel häufiger — besonders bei metabolischen Formen, wie z. B. bei *Euglena viridis* und *E. deres* — etwas zur Seite gedrängt ist und bei seitlicher Ansicht als von einer etwas vorspringenden Ober- und Unterlippe begrenzter kleiner vertiefter Ausschnitt erscheint. Diese interlabiale kleine Vertiefung war schon älteren Forschern, wie EHRENBURG und DUJARDIN bekannt und findet sich bei ihnen auch charakteristisch abgebildet; EHRENBURG brachte sogar die Vermuthung zum Ausdruck, dass hier die Mundöffnung zu suchen sei.² Die Mundöffnung führt in einen nach innen sich verjüngenden, leicht S-förmig gebogenen trompetenartigen Schlund, welcher mit der eingestülpten Cuticula ausgekleidet ist, und, abgesehen von den fehlenden Cilien und dem viel engeren und feineren Bau, mit dem bei zahlreichen Ciliaten (z. B. den *Vorticellinen*, *Paramecien*, *Colpoda*, *Colpidium* etc.) vorhandenen trompetenförmigen Schlund übereinstimmt. Hat man dieses von STEIN sehr genau und getreu abgebildete Organ bereits einmal bei einer grösseren *Euglene*, z. B. der von EHRENBURG als *Amblyophis viridis* bezeichneten, relativ gigantischen und träge sich bewegenden Form oder bei den grossen Exemplaren von *Euglena Oxycaris* und *Phacus Pleuronectes* erkannt, so wird man es auch bei den kleineren Formen leicht auffinden. Nach STEIN steht die einzige pulsirende Vacuole mit dem inneren, unbestimmt begrenzten Ende dieses Schlundes mittelst eines feinen Ganges in Verbindung und scheint somit wie an einem Stiel zu hän-

gen. «Der Behälter — sagt STEIN¹ — schwoh bald mehr auf, bald zog er sich auf ein geringeres Volumen zusammen, nahm auch wohl eine unregelmässige lappige Form an, zuletzt aber schwand seine Verbindung mit dem Schlunde, und er rundete sich nun wieder zu dem gewöhnlichen Blasenraum ab. Einen Nebenbehälter vermochte ich bisher nicht aufzufinden, wenn ein solcher existirt, so müsste er geradezu als der eigentliche Behälter gedeutet werden. — Ich schliesse aus diesen und vielen ähnlichen Beobachtungen auf eine doppelte Function des contractilen Behälters bei den *Euglenen* und den verwandten *Flagellaten*. Es wird nämlich einerseits die durch den Mund und Schlund eindringende flüssige Nahrung aufnehmen und durch seine wenn auch nur unvollständige Contractionen in die umgebende Leibessubstanz hineindrängen, andererseits aber auch in ihm aus der Leibeshöhle zusammenströmende Flüssigkeiten auf dem umgekehrten Wege nach aussen befördern.»

Es wird wohl keiner langen Beweisführung bedürfen, um einzusehen, dass die der STEIN'schen Auffassung entsprechende zweiseitige und zwar ganz antagonistische Function der Vacuole bei *Euglenen* und verwandten *Flagellaten* kaum denkbar ist; STEIN hat dies offenbar selbst am besten gefühlt, daher auch das mögliche Vorhandensein der CARTER'schen Nebenvacuole nicht ausgeschlossen; würde letztere wirklich existiren, so wäre er geneigt, diese als eigentliche pulsirende, d. h. entleerende Vacuole anzusprechen, während die mit dem inneren Schlundende zusammenhängende Vacuole in diesem Falle naturgemäss bloss zur Einleitung von Flüssigkeit in den Flagellatenleib dienen könnte. Nach eingehenden und wiederholten Untersuchungen glaube ich mit Bestimmtheit behaupten zu können, dass den *Euglenen*, *Phacus*-Arten und anderen verwandten grünen *Flagellaten* in der That zwei Vacuolen zukommen; die von STEIN sehr genau beschriebene Vacuole steht mit dem unteren Schlundende in Verbindung und dient ausschliesslich dem Zweck, das durch den Schlund einströmende Wasser durch träge und nie zu einer vollkommenen Entleerung führende Contractionen in das Protoplasma zu drücken, wo es durch nicht unmittelbar sichtbare Bahnen vertheilt wird; dagegen entspricht die andere Vacuole — CARTER's Nebenvacuole, EHRENBURG's Markkno-

¹ Recherches sur la rubréfaction des eaux. Nouv. Memoires de l'Acad. roy. du Bruxelles. Vgl. STEIN III. 66.

² Infusionsthierchen. 100.

¹ III. 144.

ten, dessen Vorhandensein auch CLAPARÈDE bestätigt —, welche beiläufig um die Mitte des Schlundes oder noch etwas weiter oben situirt ist, der pulsirenden Vacuole der Ciliaten. Bei den *Euglenen* liegen zwar beide Vacuolen in der Rindenschicht, aber an entgegengesetzten Seiten, so dass bei einer Einstellung des Linsensystems auf die Körperoberfläche bloss die eine sichtbar ist und bei Auf- und Niederschrauben der Mikrometerschraube beide Vacuolen zu einem Trugbild verschmelzen, welches den Anschein hat, als ob nur eine Vacuole vorhanden und die andere bloss eine lappenförmige Ausbuchtung derselben wäre. Ohne Zweifel entspricht einem solchen Bilde STEIN's Abbildung der gelappten Vacuole von *Phacus Pleuronectes*;¹ die Contouren sind ganz naturgetreu, nur ist der Zusammenhang zwischen der oberen und unteren Bucht bloss ein scheinbarer; erstere entspricht einer besonderen, der eigentlichen Vacuole und findet sich auf der einen Figur (64) auch bei STEIN von der unteren getrennt abgebildet. Der abgeplattete Leib von *Phacus Pleuronectes* eignet sich gerade ganz vorzüglich zum Studium der beiden Vacuolen. Bei diesem *Flagellaten* erhebt sich bekanntlich auf der etwas convexen Fläche — nennen wir sie Rückenfläche — des flachgedrückten Körpers ein scharfer Kamm, welcher den Körper in eine rechte und linke Seite theilt, und es ist hier die Situierung der einen Vacuole an der Schlundbasis auf der Bauchseite, der anderen aber um die Mitte des Schlundes auf der Rückenseite, sehr deutlich auszunehmen. Will man diese durch den seitlich situirten Augenfleck bezeichnete eigentliche Vacuole in ihrer Thätigkeit beobachten — was bei den trägen Bewegungen der grösseren *Euglenen* und den längere Zeit an einer Stelle regungslos verweilenden *Phacus-Arten* mit keinerlei Schwierigkeiten verbunden ist — so kann man sich von den in regelmässigen Intervallen erfolgenden Pulsationen, so wie auch davon überzeugen, dass bei Systole der Inhalt der Vacuole durch einen überaus feinen, aber bei den grösseren *Euglenen* häufig sehr deutlich zu unterscheidenden spaltförmigen Gang in das Mundende des Schlundes entleert wird, wo die kreisförmige Contour der Entleerungsöffnung sehr scharf zu sehen ist. Bei der grossen *Euglena sanguinea* treten im Umkreis der Vacuole zu Beginn der Systole ähnliche rosettenförmige Buchten auf, wie bei vielen

Ciliaten. Bei kugelig contrahirten *Euglenen* lassen sich drei Vacuolen unterscheiden: hiervon ist die eine zur Einleitung von Wasser bestimmt, die zweite pulsirt, die dritte endlich, welche den anderen zwei an Grösse nachsteht und welche sich während der Systole der durch den Augenfleck gekennzeichneten Vacuole anfüllt und hinterher, wenn jene in Diastole ist, verschwindet, ist zweifelsohne nichts weiter, als der vorhin erwähnte Ausführungsgang, welcher während der durch die kugelige Contraction der *Euglene* bedingten Verkürzung der Längsachse auseinander gezerzt und zu einer Nebenvacuole dilatirt wird. Es ist bekannt, dass die Vacuolen der Protisten, wenn diese unter dem Deckglas in nicht erneuertem, also erschöpftem und mit Stoffwechselproducten inficirtem Tropfen längere Zeit gehalten werden mit zunehmender Trägheit functioniren und ihre Thätigkeit endlich ganz einstellen; dies kann auch an den *Euglenen* und *Phacus-Arten* beobachtet werden, wo dann die am Schlundende und neben dem Augenfleck situirten Vacuolen unter solchen Umständen zu pulsiren aufhören, wobei der Ausführungsgang der letzteren gleichfalls zu einem kugeligen Hohlraum sich erweitert, in welchem Zustand die drei Vacuolen leicht für eine mit drei Ausbuchtungen versehene einzige Vacuole könnte angesehen werden, wie sie von STEIN bei *Phacus Pleuronectes* abgebildet wurde.¹

Nach den Vorgetragenen, welche STEIN's Untersuchungen zum Theil modificiren, zum Theil ergänzen, und die Abweichungen zwischen der CARTER'schen und der STEIN'schen Auffassung einigermaßen ausgleichen, sind die *Euglenen* und *Phacus-Arten* sowie auch alle übrigen chlorophyllhaltigen Flagellaten, welche von STEIN in die Familien der *Eugleniden* und *Chloropeltiden* einbezogen wurden, mit einem trompetenförmigen Schlund versehen, welcher fortwährend Wasser in die, sowohl von STEIN, wie auch von CARTER unterschiedene Vacuole leitet; diese Vacuole, welche mit dem inneren Ende des Schlundes zusammenhängt und welche ich nach ihrer Function als *Schlingvacuole* bezeichnen will, füllt sich durch den Schlund, um dann ihren Inhalt in das Protoplasma zu drücken, was bereits STEIN erkannte. Die eigentliche pulsirende Vacuole ist weiter oben neben dem Augenfleck situirt; es ist das die von CARTER als Nebenvacuole bezeichnete, welche STEIN — wenn sich

¹ III. Taf. XIX. Fig. 58. 59. 60. 63. 64.

¹ III. Taf. XIX. Fig. 60. 64.

deren Vorkommen bestätigte — geneigt ist für die wirkliche contractile Vacuole zu halten; in der That ist sie es, welche die sich in ihr ansammelnde Flüssigkeit durch einen feinen, gelegentlich zu einer Nebenvacuole sich erweiternden Gang und eine kleine kreisförmige Oeffnung in die obere Schlundpartie entleert; letztere stellt also ein der Einleitung und Entleerung von Flüssigkeit dienendes Vestibulum vor. Demgemäss wird der Körper der angeführten Flagellaten vermittelt der antagonistisch wirkenden zwei Vacuolen von einem regelmässigen und constanten Flüssigkeitsstrom durchrieselt: durch die Schlingvacuole wird das durch den Schlund einströmende Wasser in das Protoplasma gedrückt, durchströmt den Körper, tauscht hier die ernährende Gasart gegen Zersetzungsgase aus und sammelt sich endlich in der pulsirenden Vacuole an, von welcher es ausgetrieben wird.

Ich kann nicht umhin, die auffallende Uebereinstimmung, welche zwischen den von den Algen, namentlich den Palmellaceen nur schwer trennbaren *Euglenen* und den nach STEIN höchsten Repräsentanten der Ciliaten, nämlich den *Vorticellinen*, hinsichtlich des Baues und der Situirung des Schlundes und der pulsirenden Vacuole besteht, an dieser Stelle hervorzuheben. Bei den *Vorticellinen* (welchen auch die *Ophrydinen* und *Urccolarinen* anzureihen sind) führt der von den Autoren als Pharynx oder Oesophagus bezeichnete, nach unten zu sich verjüngende Theil des trompetenförmigen Schlundes in einen spindel- oder citronenförmigen Hohlraum; dieser Hohlraum entspricht vollkommen der Schlingvacuole der *Euglenen* und fördert den durch den Schlund aufgenommen Inhalt mittelst rhythmischer Contractionen weiter, und zwar nicht auf unsichtbaren Bahnen, sondern durch einen bei den grösseren *Vorticellinen* — wie dies aus den Untersuchungen von GREEFF¹ und WRZESNIOWSKI² bekannt ist — deutlich ausnehmbaren, feinen bogenförmigen Gang, welcher den Schlundinhalt aus dem Ectoplasma in das Entoplasma überführt. Die pulsirende Vacuole befindet sich auch bei den *Vorticellinen* neben dem Schlund und lässt ihren Inhalt ent-

weder unmittelbar, oder durch Vermittlung eines feinen Ganges, oder eines zu einer Nebenvacuole sich erweiternden Behälters in die als Vestibulum bezeichnete vorderste Schlundpartie gelangen. Die bei dieser Einrichtung sich zeigenden morphologischen Unterschiede sind von untergeordneter Bedeutung und beschränken sich einfach auf die Grösse und auf den Grad der Differenzirung, welcher bei den *Vorticellinen* höher, als bei den *Euglenen* ist; dagegen ist die Aufgabe von Schlund und Schlingvacuole in dem Maasse verschieden, als die Ernährung der mittelst Chlorophylls assimilirenden *Euglenen* von der Ernährung der *Vorticellinen* abweicht; die *Euglenen* nehmen nämlich blos Wasser auf, während die *Vorticellinen* mit dem Wasser auch organische Nahrung verschlingen und die Entleerungsöffnung ihrer pulsirenden Vacuole dient zugleich auch zum Entleeren unverdaulicher Nahrungsbestandtheile.

Differenzirungen, welche zur Aufnahme und Verdauung der Nahrung dienen.

Die Lehre vom polygastrischen Apparat fand, nachdem deren Unhaltbarkeit von DUJARDIN, MEYEN und von v. SIEBOLD nachgewiesen wurde, keine Anhänger mehr unter den neueren Forschern; blos EHRENBURG machte noch am Abend seines Lebens den Versuch, dieselbe mit dem Vollgewicht seines Ansehens zu vertheidigen.¹ EHRENBURG äussert sich in dieser Publication über den Werth der neueren Forschungen mit einer beleidigenden Geringschätzung, weist aber keine einzige neue Beobachtung vor, sondern beschränkt sich darauf, seine alten Präparate hervorzuholen und an den vor 27 Jahren auf Glasplatten angetrockneten Infusorien mit Hilfe seiner Phantasie den nämlichen polygastrischen Apparat zu reconstruiren, an dessen Existenz er seit 1830 mit einer, einer besseren Sache würdigen Zähigkeit festhielt. Solche Präparate, bei welchen man in den verzerrt eingetrockneten Infusorienleib die meisten Details erst hineindenken muss, führen auf die schlüpfrige Bahn der subjectiven Auffassung und beweisen eigentlich gar nichts; denn so wie das launische Spiel der Phantasie einem jeden, je nach seinem momentanen Gemüthszustand verschiedene Bil-

¹ Untersuchungen über die Naturgesch. der Vorticellen, AN. 37. Jahrg. (1871) Bd. I. S. 200.

Beiträge z. Naturgesch. d. Infusorien. ZWZ. XXIX. (1877) 303.

¹ Ueber die seit 27 Jahren noch wohl erhaltenen Organisationspräparate des mikroskopischen Lebens. Abhandl. der Berliner Akad. der Wissensch. aus dem Jahre 1862. Berlin 1863. S. 39—74. Mit 3 Kupfertafeln.

der in die Wolken zaubert: eben so verhält sich die Sache mit den durch Eintrocknen hergestellten Nebelbildern der Infusorien, und wenn STEIN es trotzdem für nothwendig hielt, die EHRENBURG'sche Enun- tiation durch gründliche und umständliche Beweis- führung zu widerlegen und zurückzuweisen¹ so leitete ihn dabei gewiss nicht die einer neueren Wi- derlegung bedürftige Natur der veralteten Lehren, als vielmehr der Name und das grosse Ansehen des Autors.

Der Streit über den polygastrischen Verdauungs- apparat war hiermit zwar endgiltig erledigt, doch wurde die von DUJARDIN, MEYEN und v. SIEBOLD auf- gestellte Ansicht, obschon sich ihr mit STEIN auch die meisten Forscher anschlossen, trotzdem nicht all- gemein acceptirt.

Wie weit auch die Ansichten über die Ernährungs- organe der Protisten von einander abweichen mögen, in dem einen Punkt sind alle Forscher einer Mei- nung, dass die Verdauung durch die granulirte Kör- persubstanz verrichtet wird; bei Protisten also, ohne consistenter Rindenschicht und diese bedeckende Cuticula, ist die gesammte Körpersubstanz in glei- chem Maasse befähigt Nahrung aufzunehmen und zu verdauen; als Beispiel mögen hier die *Polythalamien* angeführt werden, welche mittelst der aus der durchlöcherten Schale weit vorstreckbaren und durch lebhaftes Körnchenströmungen ausgezeichneten Pseu- dopodien und deren um die Beute verschmelzenden Substanz verdauen und assimiliren; bei anderen Rhi- zopoden hingegen, wie z. B. den *Heliozoen* kann sich an jedem beliebigen Punkt der Körperoberfläche eine interimistische Mundöffnung bilden, durch welche die Nahrung aufgenommen wird, während die unver- daulichen Theile gleichfalls durch temporäre Oeff- nungen entleert werden.

Auch darüber ist man einer Meinung, dass die *Gregarinen*, sowie jene unter den Ciliaten, welche sich nach Art der parasitischen Würmer ernähren, die Nahrung an der ganzen Körperoberfläche aufsaugen.

Bei allen Protisten, welche feste Nahrung auf- nehmen und bei welchen das breiartige, granulirte Entoplasma von einer consistenteren und häufig von einer Cuticula bedeckten Rindenschicht begrenzt wird, so namentlich bei einem Theil der *Rhizopoden*, den *Noctilucen*, *Flagellaten* und *Ciliaten*, werden die durch die Corticalschicht eingedrungenen Nahrungs-

bestandtheile im Entoplasma verdaut. Auch diesbe- züglich giebt es keine Meinungsunterschiede; das die Verdauung verrichtende Innere des Protistenleibes aber erlitt wesentlich verschiedene Erklärungen.

Schon die zwei ersten Forscher, welche den poly- gastrischen Darmapparat EHRENBURG's zurückwiesen, waren verschiedener Ansicht. Während nämlich DU- JARDIN das Entoplasma der Protisten als eine in die consistenter Corticalschicht ohne Grenze überge- hende flüssigere Sarcode ansprach, sah MEYEN im Protistenleib — wie zu jener Zeit auch in den zuerst von ihm damit verglichenen Pflanzenzellen — Bläs- chen oder Schläuche, deren innerer Hohlraum mit einer schleimiggelatinösen Substanz angefüllt ist.¹ Der DUJARDIN'schen Ansicht schlossen v. SIEBOLD, STEIN und die Mehrzahl der neueren Forscher sich an, während COHN, LACHMANN, dann auch CLAPARÈDE, ferner CARTER, LIEBERKÜHN und OSCAR SCHMIDT die MEYEN'sche Auffassung theilten, zu welcher in neuerer Zeit auch GREEFF wieder zurückkehrte.

Die MEYEN'sche Auffassung wurde von COHN,² in bestimmterer Form aber von LACHMANN³ ausge- führt; nach letzterem Forscher wird durch die Cor- ticalschicht, welche allein den Infusorienleib bildet, eine weiter Verdauungshöhle, d. i. der Magen eingeschlossen, dessen granulirter, flüssiger, häufig in lebhafter Circulation befindlicher Inhalt nichts anderes, als Speisebrei, Chymus sein kann. Von CLA- PARÈDE wurde diese Ansicht vollinhaltlich acceptirt und in dem mit LACHMANN gemeinschaftlich heraus- gegebenen grossen Werke ausser den *Ciliaten* auch auf die mit Mund und Schlund versehenen *Flagellaten*, sowie von den *Rhizopoden* auf die *Amoeben* ausge- dehnt. Wie leicht einzusehen, musste diese Ansicht in Gemeinschaft mit der Verwerfung der Einzellig- keitslehre, die consequenten Forscher, wie bereits oben erwähnt, nothgedrungen zu dem Ausspruch führen, dass die Protisten ihrer Organisa- tion nach im Wesentlichen mit den Coe- lenteraten übereinstimmen, und mithin als Vertreter einer Unterabtheilung die- ses Typus anzusehen sind.⁴

¹ Einige Bemerkungen über den Verdauungsapparat der Infusorien. AAP. (1839) 75.

² Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Infusorien. ZWZ. III. (1851) 267.

³ Ueber die Organisation der Infusorien etc. AAP. (1856) 358—59.

⁴ Études I. 59.

¹ II. S. 33—40.

Nach CLAPARÈDE und LACHMANN gibt es aber einige Ciliaten, namentlich *Trachelius Ovum* und *Loxodes Rostrum*, welche statt einer einzigen geräumigen Verdauungshöhle, mit einem von einer Membran umschlossenen, verzweigten, echten Darmkanal versehen sind, welcher von der Körperwand durch einen mit wasserklarer Flüssigkeit gefüllten weiten Hohlraum getrennt ist.¹ In einer späteren Arbeit macht CLAPARÈDE noch die gelegentliche Bemerkung, dass *Trachelius Ovum* ein unverkennbares Bindeglied zwischen Infusorien und dendrocoelen Turbellarien bildet, gerade so, wie andere Infusorien die Verbindung mit den rhabdocoelen Turbellarien herstellen.² Demnach würden zwischen Infusorien, Turbellarien und Coelenteraten innige Verwandtschaftsbande bestehen, was durch neuere Untersuchungen keineswegs bestätigt wurde, und die ganze Uebereinstimmung zwischen Infusorien und Turbellarien beschränkt sich darauf, dass laut Untersuchungen von ULIANIN und GRAFF,³ der Darmkanal bei einem Theil der Turbellarien (Acoela Ulianin) gänzlich fehlt und die Nahrung durch die kleine Mundöffnung in eine an Vacuolen und Fetttropfchen reiche, weiche Substanz gelangt; aus diesem Sachverhalt wird aber meines Erachtens von GRAFF, wie vor ihm von CLAPARÈDE ganz unberechtigt auf eine nahe Verwandtschaft zwischen Infusorien und Turbellarien gefolgert, da doch letztere mit ihrem aus Geweben aufgebauten Körper von den ersteren sehr wesentlich differiren, auch lässt sich nach einer kurzen Bemerkung bei GRAFF das Vorhandensein dieses wesentlichen Unterschiedes auch hinsichtlich der Marksubstanz der Infusorien und acoelen Turbellarien folgern. GRAFF sagt nämlich, dass bei *Schizoprona venenosa* einzelne Stücke der zerrissenen Marksubstanz amoeboiden Bewegungen zeigten, woraus wohl gefolgert werden kann, dass die Marksubstanz bei den acoelen Turbellarien aus amoeboiden Zellen zusammengesetzt ist, während sie bei den Infusorien aus homogener Sarcode besteht, deren isolirte Stücke zu amoeboiden Bewegungen nicht befähigt sind.

Sehr entschieden sprach sich in neuerer Zeit für die, nach dem Erscheinen der beiden STEIN'schen

Monographien von den meisten Forschern verworfene CLAPARÈDE LACHMANN'sche Auffassung RICHARD GREEFF aus; nach ihm bildet die Körperhöhle der Infusorien im strengsten Sinn des Wortes einen *Gastrovascularraum*, welcher die Arbeit der Verdauung und Circulation in der nämlichen Weise, wie bei Coelenteraten, verrichtet und einen aus zum Theil in Verdauung begriffenen, zum Theil bereits verflüssigten Nahrungsmitteln bestehenden dünnflüssigen Brei, also Chymus enthält, welcher durch neue Nahrungs- und Wasseraufnahme durch den Mund, sowie in Folge der durch die Afteröffnung erfolgenden Entleerungen der nicht assimilirbaren Stoffe einen fortwährenden Wechsel erleidet.¹

Die von STEIN gegen CLAPARÈDE und LACHMANN angeführten Beweisgründe,² sind auch zur Widerlegung der von GREEFF erneuerten Lehre vollkommen ausreichend. Wo die consistentere Rindenschicht des Körpers ohne jede Grenze in die innere Marksubstanz übergeht, welche, abgesehen von ihrer flüssigeren Consistenz, ganz dasselbe Verhalten gegen Reagentien zeigt, wie die Rindenschicht, da kann von einer Körperhöhle gewiss keine Rede sein. Würden die Infusorien wirklich eine von Chymus erfüllte Körperhöhle einschliessen, so wäre ohne Zweifel zu erwarten, dass der Chymus, bei Verletzungen des Infusorienleibes ausflösse und die Körperhöhle sichtbar würde. Wird nun versuchsweise ein grösseres Infusionsthier, z. B. eine *Stylonychia* zerschnitten, so sieht man die Schnittfläche längere Zeit hindurch unverändert bleiben und gewiss keinen Tropfen Chymus ausfliessen. Als wichtiger Beweis gegen die Anwesenheit einer Körperhöhle kann noch angeführt werden, dass die mundlosen *Opalinen*, *Acinetinen* und *Gregarinen* die nämliche breiartige Substanz einschliessen, wie die mit Mund versehenen Protisten, trotzdem bei ihnen, da sie keine der Verdauung bedürftige Nahrung aufnehmen, von einem Chymus gewiss keine Rede sein kann.

Aus alldem kann gefolgert werden, dass die flüssigere granulirte Binnensubstanz der Protisten durchaus nicht dem Chymus entspricht, welcher eine besondere Körperhöhle ausfüllt, sondern, wie dies bereits von DUJARDIN und v. SIEBOLD gelehrt wurde, der flüssigere innere Theil der den ganzen

¹ I. 33.

² Beobachtungen über Anatomie und Entwicklungsgeschichte wirbelloser Thiere an der Küste von Normandie angestellt. Mit 18. Kupfertafeln. Leipzig 1863. 14.

³ Kurze Berichte über fortgesetzte Turbellarien-Studien. ZWZ. XXX. Supplm. (1878) 463.

¹ Untersuchungen über die Naturgeschichte der Vorticellen. AN. 37. Jahrg. I. B. (1871) 191—192.

² I. 58—60.

Protistenleib bildenden Sarcode, also des Protoplasma selbst ist, welche wir zur Unterscheidung von der consistenteren äusseren Schicht, dem Rindenplasma (Ectoplasma), schon weiter oben als Binnenplasma (Entoplasma) bezeichneten, und welche bei den verdauenden Protisten selbstverständlich auch den Chymus enthält, indem die Verdauung oder Chymification hier vor sich geht. Der Ausdruck Chymus wäre aber trotzdem hier eben so wenig am Platze, wie bei den Gewebszellen, ausser man wollte sich einer Synecdoche bedienen und den Namen des Enthaltenen auf das Ganze appliciren.

Der bei *Trachelius Ovum* und *Loxodes Rostrum* angeblich vorhandene verzweigte Darm, ist nach neueren Untersuchungen nichts weiter, als ein Protoplasmagerüst, wie es bei rasch wachsenden Pflanzenzellen so häufig vorkommt; ein mit diesem ganz übereinstimmendes, von wasserklaren Hohlräumen unterbrochenes verästeltes Protoplasmagerüst ist bei den Noctilucen schon lange her bekannt und wurde ganz richtig aufgefasst.¹

Als man bereits glaubte sich der Annahme hingeben zu können, dass das Vorkommen eines Darmes bei den Protisten nicht mehr zur Sprache kommen könne, erhoben sich in neuester Zeit wieder zwei Forscher mit der grössten Entschiedenheit für das Vorhandensein eines Darmkanals. Der eine, BALBIANI, schreibt blos *Didinium nasutum* einen Darm zu,² während der andere, FROMENTEL, bei allen Infusorien, ja er ist sogar geneigt auch bei den *Flagellaten* und *Amoeben* einen Darm anzunehmen.³

FROMENTEL stützt sich in seinem Werke, welches *Ciliaten*, *Flagellaten*, *Schizomyecten* und *Amoeben* umfasst, ausser den, bei allen werthvollen Details denn doch im Ganzen dilettantenhaften Untersuchungen der MME JOBARD-MUTEAU, nur noch auf die in den Studien von CLAPARÈDE und LACHMANN enthaltenen Angaben, und lässt die Untersuchungen der angesehensten neueren Forscher, namentlich auch die von STEIN, ganz unberücksichtigt. Von der That- sache ausgehend, dass selbst CLAPARÈDE und LACHMANN gezwungen waren bei *Trachelius Ovum* und

Loxodes Rostrum die Anwesenheit eines Darmkanals anzuerkennen, und ganz unbekümmert um den längst erfolgten Nachweis vom wahren Werth dieses angeblichen verzweigten Darmkanals, endlich trotzdem er, nach seinen eigenen Worten,¹ einen solchen verästelten Darmkanal selbst niemals gesehen hat, genügt ihm diese grundfalsche Angabe dennoch zur Verallgemeinerung.

Heute — sagt FROMENTEL² — als selbst die entschiedensten Gegner eines Darmsystems bei den *Microzoën*, theils durch Beweisführung, theils durch directe Beobachtung, gezwungen sind, die Existenz eines mit besonderer Membran ausgestatteten Darmapparates zuzugeben, bleibt nur noch übrig, die Natur und die Structur dieses Organs bei den verschiedenen *Microzoën* zu untersuchen.

Wahrlich ein wunderbarer Ideengang! CLAPARÈDE und LACHMANN haben *Trachelius Ovum* und *Loxodes Rostrum* einen von einer besonderen Membran begrenzten verzweigten Darmkanal zugeschrieben, während, nach ihrer Meinung, die übrigen Infusorien denselben entbehren und in der weiten Körperhöhle verdauen; FROMENTEL selbst hat einen solchen verzweigten Darmkanal nicht gesehen und basirt trotzdem hierauf die Behauptung, dass alle Protisten mit einem Darmkanal versehen sind!

Das Darmrohr der Infusorien — sagt FROMENTEL weiter — geht bald direct vom Mund, bald vom unteren Ende des Oesophagus aus, und endigt, nachdem es im Leib des Thieres einen kürzeren oder längeren gebuchteten Weg beschrieb, mit der Afteröffnung; es wird durch eine sehr durchsichtige, feine Membran von ausgezeichneter Elasticität gebildet. Diese Membran ist ganz in die von DUJARDIN Sarcode genannte, weiche, durchsichtige, einer dicken Gummilösung ähnliche Substanz eingehüllt. In die letztere Substanz, welche bei den Infusorien das Zellgewebe der höheren Thiere vertritt, sind sämtliche Organe für Verdauung, Circulation und Fortpflanzung eingelagert; sie füllt alle Zwischenräume der inneren Organe aus und wird von der Cuticula, welche die Muskelfäserchen enthält, bedeckt.

Die allgemeine Form des Darmrohres ist bei den verschiedenen *Microzoën* wechselnd; zuweilen zieht es einem weiten Spalt ähnlich (sous l'aspect d'une large fente) vom Mund gerade zum Anus, so bei den

¹ STEIN. I. 83. GEGENBAUR. Grundzüge der vergl. Anat. II. Aufl. (1870) 103. O. SCHMIDT. Handb. der vergl. Anat. VI. Aufl. (1872) 85. HAECKEL, Zur Morphologie der Infusorien. Jenaische Zeitschr. VII. (1873).

² Sur le *Didinium nasutum*. Arch. de Zoologie expériment. et générale. II. (1873) 376—85.

³ Études sur les Microzoaires, Paris. (1874) 31—37.

¹ Op. cit. 36.

² Op. cit. 31.

Stylonychien und *Keronen* etc. Bei den *Stentoren* erstreckt es sich in gerader Richtung vom Oesophagus bis zum unteren Körperende, um sich an der entgegengesetzten Seite aufwärts zu krümmen und die auf der Wimperscheibe befindliche Afteröffnung zu erreichen. Bei den *Vorticellinen*, *Epistyliden* und *Vaginicolen* etc. beschreibt das Darmrohr beiläufig denselben Weg, nur dass es schraubenförmig gewunden ist und beiläufig einen nach oben offenen 8-er vorstellt. Bei den Arten, welche die Familie der *Paramecien* bilden, läuft das Darmrohr um das ganze Thier herum, vom Mund bis zu dem häufig auf der nämlichen Seite gelegenen After, in anderen Fällen kehrt es um, windet sich um sich selbst und öffnet sich am unteren Ende des Infusoriums. Kurz das Darmrohr kann die verschiedensten Gestalten annehmen.¹

Bei der Bestimmtheit, mit welcher FROMENTEL die Anwesenheit des mit einer membranösen Wandung versehenen Darmrohres behauptet, kann mit Recht eine in überzeugender Weise geführte Begründung seiner, von der derzeitigen Auffassung so sehr abweichenden Behauptung erwartet werden. Die Beweise bleibt uns aber FROMENTEL schuldig; denn für solche kann die folgende Schilderung des Durchganges der Nahrungstheile durch den angeblichen Darmkanal wohl nicht gehalten werden:

«Nachdem der, unter dem Druck der durch die adoralen Borsten erzeugten Strömung am Grund des Oesophagus gebildete Nahrungsballen, während er die Wandung des Darms auseinanderzog und ausdehnte, die nöthige Grösse erreicht hat, zieht sich das Anfangsstück des Darmrohrs plötzlich hinter dem Nahrungsballen zusammen und schleudert diesen ziemlich weit vom Grund des Oesophagus weg. Hierauf collabirt die membranöse Darmwand unter dem Druck des elastischen Parenchyms und scheint im selben Moment das Ende des Oesophagus aufs Neue zu verschliessen, bis sich unter dem Druck eines neuen Nahrungsballens das vorige Spiel wiederholt. Während sich aber am Grund des Oesophagus ein zweiter Nahrungsballen bildet, bleibt der erste nicht an der innegehabten Stelle, sondern wird durch peristaltische Bewegungen in dem, vor demselben sich öffnenden, hinterher aber mit einer unaussprechlichen Elasticität sich schliessenden Darmrohr vorwärts gedrückt. Der ausserordentlichen Elasticität

der membranösen Darmwand und Sarcodesubstanz ist es zu verdanken, dass der von allen Seiten gleichmässig gedrückte Nahrungsballen während des Durchganges durch den ganzen Darmkanal die Kugelform beibehält, und in Folge der während dieses Durchganges erlittenen Verdauung — deren Arbeit wir nicht beobachten können — stetig kleiner wird, wobei die eingeschlossenen festen Substanzen durch die Verdauung an Gestalt, Grösse und Farbe verändert werden. Endlich gelangt der Nahrungsballen bis zum After und bleibt hier, bevor er ausgestossen wird, eine Zeit lang stecken. Nicht selten kommt es vor, dass mehrere, in Folge dieses Verdauungsprocesses an Masse kleiner gewordene Ballen an dieser Stelle, vor dem Ausstossen zu einer Masse verschmelzen.»¹

Diese Schilderung liefert wohl unleugbar ein hinlänglich getreues Bild einer Bahn, welche von den mit einem Saffthof umgebenen Nahrungsballen — z. B. bei einer *Vorticelle* oder einem *Paramecium* — während der Verdauung im Entoplasma zurückgelegt wird, kann uns aber davon durchaus nicht überzeugen, dass im Verlauf der Bahn die angebliche feine, elastische, membranöse Darmröhre thatsächlich existirt. FROMENTEL verfiel ohne Zweifel in den bereits von EHRENBURG begangenen Irrthum, dass er sich in die durch die Nahrungsballen zurückgelegte Bahn einen Darm hineindachte, welchen er nicht direct sehen konnte, und weicht von EHRENBURG blos darin ab, dass dieser die von Saffthöfen umgebenen Nahrungsballen, die sogenannten Verdauungsvacuolen, für Mägen, während FROMENTEL dieselben für Ausbuchtungen des Darms hielt. Die von DUJARDIN gegen den polygastrischen Darmapparat angeführten Beweisgründe schliessen auch das Vorhandensein des FROMENTEL'schen gebuchteten Darmes aus. In der That bedarf die FROMENTEL'sche Lehre keiner neueren Widerlegung, und ich will mich hier blos auf die kurze Anführung einiger Einwände beschränken.

Würden sich die Nahrungsballen in einem, von einer eigenen Membran begrenzten Darmrohr vorwärts bewegen, so wäre überhaupt unerklärlich, wie Verdauungsvacuolen auch in die ausserhalb des Darmverlaufs gelegenen Partien des Entoplasma gelangen könnten. Wohl ist es wahr, dass die Nahrungsballen sehr häufig blos den, von FROMENTEL

¹ Op. cit. 35.

¹ Op. cit. 33—34.

beschriebenen Bahnen entlang gelegen sind; doch kann sich ein Jeder leicht überzeugen, dass oft das ganze Entoplasma mit Nahrungsbällen und Verdauungsvacuolen überfüllt ist. Nicht minder schwer hält es sich auch davon zu überzeugen, dass die auf den von FROMENTEL beschriebenen Bahnen sich vorwärts bewegendes Vacuolen häufig einander aus dem Weg, z. B. von den äusseren Plasmapartien in die inneren drängen, ferner, dass bei lebhafter Circulation des Entoplasmas die in der äusseren Schichte befindlichen Verdauungsvacuolen vom Strom fortgerissen werden, während die im Centraltheil des Entoplasmas sich befindenden Verdauungsvacuolen oder Nahrungsbällen regungslos verharren. In den oben citirten Worten sagt FROMENTEL, dass das Darmrohr bei den *Stentoren* in gerader Linie vom Oesophagus bis zum hinteren Körperende hinzieht, dann auf der entgegengesetzten Seite umkehrt, um die am unteren Theil der Wimperscheibe gelegene Afteröffnung zu erreichen. Wäre das richtig, so könnten Nahrungsbällen bloß dem geschildert verlaufenden Darm entlang, nicht aber im ganzen Entoplasma zerstreut vorhanden sein; merkwürdiger Weise sind aber die Verdauungsvacuolen der *Stentoren* selbst in den zum FROMENTEL'schen Werk gehörigen Figuren zerstreut abgebildet,¹ was wohl dem natürlichen Sachverhalt entspricht, aber gegen die FROMENTEL'sche Lehre laut protestirt! Bei *Stylonychia*, *Kerone* und mehreren andern Infusorien zieht der Darm, nach FROMENTEL, gleich einem weiten Spalt vom Mund zum After. Das ist absolut undenkbar und würde auch den dem FROMENTEL'schen Werk beigelegten Abbildungen widersprechen. Bei den *Oxytrichinen* befindet sich nämlich der Mund im hinteren Winkel des Peristoms und führt von hier links durch einen sehr kurzen Schlund zu einer in die rechte Körperhälfte des Thierchens hinüberneigenden Schlingvacuole, was auf einer Zeichnung der MME JOBARD-MUTEAU sehr naturgetreu wiedergegeben ist;² würde nun der einem weiten Spalt gleichende Darm (worunter wohl nur die thatsächlich einem Spalt gleichende Schlingvacuole gemeint sein kann) gerade zum After führen, so müsste letzterer folgerichtig auf der rechten Seite des Körpers liegen; bekannterweise befindet sich aber die Afteröffnung nicht hier, sondern unterhalb der contractilen Va-

cuole, am entgegengesetzten linkseitigen Körperend. Zugegeben noch, dass unter «directement» nicht ein gerader Verlauf, sondern der von der Mund- zur Afteröffnung führende kürzeste Weg zu verstehen ist: in diesem Falle müsste der Darm in der Aequatorialgegend des Infusorienleibes eine etwas nach abwärts gebogene C-förmige Röhre vorstellen; doch selbst das zugegeben, welche Erklärung müsste da den auf den Abbildungen der MME JOBARD-MUTEAU¹ theils unregelmässig zerstreuten, theils den Körpersaum entlang angeordneten Nahrungsbällen gegeben werden? Aus alldem geht hervor, dass die von FROMENTEL mit grosser Entschiedenheit ausgesprochene Lehre mit den Beobachtungsergebnissen nicht im Einklang steht, ja sogar durch die Details der seinem eigenen Werk beigegebenen Abbildungen glänzend widergelegt wird.

Trotzdem halte ich an dieser Stelle einige Bemerkungen auf die folgenden Worte FROMENTEL's für nothwendig: «Wir behaupteten weiter oben, dass die Membran des durch die sarcodische Substanz comprimierten Darmes in einem Maasse reducirt sein kann, welches ihn der Aufmerksamkeit gänzlich entzieht; in anderen Fällen bleibt selbst der leere Darm dem ganzen Verlauf entlang sichtbar; dieser Sachverhalt ist besonders bei den Pigment enthaltenden Infusorien leicht zu constatiren, weil bei diesen das Darmrohr von wenig oder gar keinem Pigment umgeben, in seinem Verlauf klar hervortritt.»² An dieser Stelle bezieht sich FROMENTEL auf Taf. XV, Fig. 6, wo der ganze Verlauf des Darmrohres deutlich zu sehen ist.

Auf der citirten Abbildung ist aber absolut kein Detail zu entdecken, welches als Darmrohr könnte angesprochen werden, hingegen ist auf der mit derselben Nummer (6) bezeichneten Figur der folgenden, XVI. Tafel ein spiralig gewundener Darm bezeichnet; das Citat ist also falsch und kann sich bloß auf letztere Figur beziehen. Diese Figur stellt ein Chlorophyllkörperchen enthaltendes heterotriches Infusionsthier vor, von FROMENTEL *Leucophrys patula* genannt, aber ohne Zweifel mit dem aus den Untersuchungen von STEIN und WRZESNIEWSKI sehr genau bekannten *Climacostomum virens* identisch.³ Die

¹ Taf. I—II.

² Taf. 14. Fig. 6.

¹ Taf. XIII, XIV.

² Op. cit. 35.

³ STEIN, II. 210. Taf. IV. Fig. 2—9. WRZESNIEWSKI, *Leucophrys Claparedii*. Annal. des sc. natur. 1861. IV. Ser.

Abbildung der Mme JOBARD-MUTEAU ist zwar den von STEIN und WRZESNIOWSKI von demselben Infusorium gelieferten prachtvollen Abbildungen gegenüber überaus unvollkommen, gibt aber die spiralig zum Mund gewundene Wimperzone, den weiten Schlund sowie die am hinteren Körperende befindliche pulsierende Vacuole hinlänglich getreu wieder. Bei der Beschreibung thut FROMENTEL des Kernes, welcher nach STEIN stets einen langen, homogenen cylindrischen Strang bildet, der auf sehr verschiedene Weise gewunden und zusammengekrümmt ist, häufig die Form einer 8 oder einer Schleife darstellt, oder hufeisenförmig, oder fast spiralig zusammengebogen ist,¹ keinerlei Erwähnung,² dagegen ist auf der citirten Abbildung genau auf der dem Verlauf des Kernes entsprechenden Stelle, ein spiralig gewundener heller Strang von der Dicke des Kernes angedeutet, welchen die Chlorophyllkörperchen schütter umgeben, und dieses Gebilde ist es, welches von FROMENTEL als ein dem ganzen Verlauf entlang sichtbarer Darmkanal angesprochen wurde.

All das erwogen, kann ohne weiteres Zögern behauptet werden, dass der von FROMENTEL entdeckte Darm überhaupt nicht existirt und dass die ganze FROMENTEL'sche Lehre auf lückenhafter und oberflächlicher Beobachtung beruht. Wenn Irgendjemand, so ist's er selbst, auf den seine eigenen Worte angewendet werden können: «Combien on doit regretter, que des travailleurs sérieux, des savants distingués se laissent entraîner par une imagination trop ardente, ou se contentent de continuer à propager des erreurs grossières, sans se donner la peine de vérifier le dire de leurs devanciers!»³

Nach den obigen Ausführungen wird man bei einem gewissenhaften Auseinanderhalten von Wahrheit und Dichtung schliesslich doch nur zu dem Ergebniss gelangen, dass alle Forscher, welche den Protisten Verdauungshöhlen, einen oder mehrere Mägen und einen besonderen Darm zuschrieben, im Irrthum waren, und dass der hochverdiente DUJARDIN

den Nagel auf den Kopf traf, als er der viel bewunderten EHRENBURG'schen Lehre gegenüber mit aller Entschiedenheit behauptete, dass die Arbeit der Verdauung durch die Sarcodien oder das Protoplasma verrichtet wird.

Bei den Protisten, welche feste Nahrung aufnehmen und bei welchen das Entoplasma von einer consistenteren Corticalschicht und häufig auch von einer Cuticula begrenzt wird, können selbstverständlich nicht alle Punkte der Körperoberfläche zum Einlass der Nahrung und Austritt der Excremente gleichmässig geeignet sein; bei diesen, wohin die *Ciliaten*, *Flagellaten* und *Noctilucen* gehören, ist eine stabile Mund- und meist eine besondere Afteröffnung entwickelt. Estere leitet die Nahrung mittelst eines beinahe immer gut wahrnehmbaren *Schlundes* oder *Speiseröhre* (*pharynx*, *oesophagus* bei den verschiedenen Autoren) in das Entoplasma des Protisten, während die letztere blos im Moment der Entleerung sich öffnet, um sich sofort wieder zu verschliessen.

Die Stelle und Structur der Mundes wechselt bei den Ciliaten zwischen verhältnissmässig weiten Grenzen. Was die Stelle betrifft, kann der Mund am vorderen Ende der Längsachse (z. B. *Enchelyodon*), am Rande des abgestutzten, scheibenförmigen vorderen Körperendes (z. B. *Vorticella*, *Stentor*), in der vorderen Körperhälfte (z. B. *Glaucoma*, *Kolpoda*, *Stylo-nychia*), um die Leibesmitte (z. B. *Urocentrum*), unterhalb dieser (z. B. *Paramecium*) oder endlich noch weiter hinten, beinahe (z. B. *Opisthomum*) oder ganz am hinteren Ende (z. B. *Microthorax*) sich befinden, so dass die bei den Turbellarien, bei welchen die Stelle des Mundes gleichfalls sehr wechselt, gebrauchten Ausdrücke: *Pro-*, *Meso-*, *Opisthoma* bei den Infusorien kaum hinreichen würden.

Die Umgebung des Mundes ist bei den Infusorien meist von den übrigen Partien der Körperoberfläche auffallend verschieden. Alle für die Umgebung des Mundes charakteristischen verschiedenen Differenzirungen werden von STEIN mit «*Peristom*» bezeichnet. In den einfachsten Fällen bildet das Peristom eine bucht- oder trichterförmige Vertiefung; erstere ist z. B. für *Kolpoda* und *Colpidium*, letztere für die Gattung *Paramecium* charakteristisch. Bei den *Oxytrichinen*, *Euplotinen* und *Aspidiscinen* sowie auch bei sämtlichen *Heterotrichen* und *Peritrichen*, wo das Peristom die höchste Differenzirung erlangt, wird dasselbe von Borsten oder Flimmerlamellen umsäumt. Diese sogenannten *adoralen Wimpern* (STEIN) bilden

XVI. 327. Taf. 8. Fig. 1—4. Ferner: WRZESNIOWSKI, Ein Beitrag zur Anatomie der Infusorien. AMA. V. (1869) 35. Taf. 4. Fig. 21—22 WRZESNIOWSKI constatirt hier die Identität der von ihm als *Leucophrys Claparedii* benannten und irrthümlich für neu gehaltenen Infusorienart mit *Climacostomum virens* STEIN.

¹ Op. cit. 212.

² Op. cit. 295.

³ Op. cit. 221.

entweder eine von der Stirnparthie des Körpers zum Mund hinziehende bogenförmige Linie (*Oxytrichina*, *Euplotina*, *Asdipiscina*, *Spirostomea*, *Bursarina*), oder eine das ganze Peristom in einer einfachen (*Stentorina* und *Tintinnodea*) oder doppelten, zuweilen mehrfachen (*Vorticellina*) Spiraltour umkreisende gewundene Linie. Bei jenen Infusorien, bei welchen das Peristom bloß auf der einen (linken) Seite von adoralen Wimpern umsäumt wird, trägt der Peristomsaum auf der entgegengesetzten (rechten) Seite constant eine mehr weniger breite *undulirende Membran*.

Auch die sogenannte Schnellborste, oder grosse Borste der *Vorticellinen* ist nach BÜTSCHLI's bereits erwähnten Untersuchungen, deren Richtigkeit ich nach eigenen Beobachtungen bestätigen kann, eine undulirende Membran, welche in ihrem Durchschnittsbild eine Borste vortäuscht. Das von den das Peristom einsäumenden Borsten und undulirenden Membranen eingeschlossene kreis- oder ohrmuschelförmige, oblonge, flache oder concave Gebiet bildet das sogenannte *Peristomfeld* (STEIN).

Zuweilen trägt das Peristom bloß eine sehr umfangreiche undulirende Membran: so z. B. bei *Cyclidium glaucoma* und *Pleuronema Chrysalis*. In anderen Fällen läuft wieder um das Peristom eine spiralig gewundene, unausgesetzt zitternde klappenartige Membran: so namentlich bei *Glaucoma scintillans* und *Cinetochilum margaritaceum*. Anderer seits wird das Peristom bei manchen Repräsentanten der von STEIN in die Ordnung der *Holotrichen* zusammengefassten Infusorien (*Lionotus*, *Amphileptus Cignus*) bloß durch eine von stärkeren Borsten gebildete Zone repräsentirt; endlich haben die meisten *Holotrichen* überhaupt kein Peristom, oder es beschränkt sich letzteres bloß auf einen Kranz längerer Cilien, welche lebhaft an die Cilienkränze der freischwärmenden *Vorticellinen* und der Embryonen der *Acinetinen* erinnern.

Alle diese, hier nur kurz berührten Differenzirungen, deren genauere wenn auch heute noch nicht ganz befriedigende Kenntniss hauptsächlich den vortrefflichen Untersuchungen von STEIN zu verdanken ist, geben sehr wichtige Charaktere für die Systematik der Infusorien. In der That machte DIESING den Versuch, die von ihm als *Prothelmintha amastiga* genannten *Ciliaten* je nach dem Fehlen oder Vorhandensein des Peristoms in zwei Hauptgruppen, nämlich: *Amastiga aperistomata* und *A. peristoma-*

tophora zu trennen;¹ jedoch fand dieses in vielen Beziehungen empfehlenswerthe Classificationsprincip dem STEIN'schen System gegenüber keine Anhänger.

Die Mundöffnung der Ciliaten kann meist unmittelbar unterschieden werden, bloß bei den Gattungen *Loxophyllum*, *Lionotus* und *Amphileptus* schliessen sich die Lippen so fest an einander, dass diese Infusorien wie die *Opalinen* ganz mundlos erscheinen. Nach Untersuchungen, welche ich an einem anderen Ort mittheilte, und welche mit den STEIN'schen² vollkommen übereinstimmen, pflegen alle diese Infusorien sich auf ihre gewöhnlich aus Ciliaten, zumeist aus Vorticellinen bestehende Beute mittelst des convexen Rüsselrandes gleichsam zu fixiren; durch Contraction ihres Körpers drücken sie sich fester an die Beute an, worauf sich längs des Rüsselrandes sofort ein longitudinaler Spalt öffnet, welcher sich je nach Grösse der Beute, auf eine verschiedene Länge des Rüssels erstreckt. Mit der Eröffnung des Mundes wird der Räuber immer zudringlicher, zieht sich endlich mit einer geschickten Bewegung auf die Beute und drückt diese in das Entoplasma. Hierauf werden die Lippen geschlossen und der Mund scheint wieder spurlos zu verschwinden; nur zuweilen wird die Eintrittsstelle der Beute auf kurze Zeit durch eine seichte Vertiefung, der durch die Beute zurückgelegte Weg aber auf einige Momente durch eine Bogenlinie, welche aber einem stabilen Schlund nicht entspricht, angedeutet.

Die soeben erwähnten, sowie noch einige andere, aber gewiss nicht sehr viele Infusorien entbehren des mit eigenen Wandungen versehenen Schlundes; dafür öffnet sich bloß im Moment des Schlingens ein die Nahrung aus dem Mund in das Entoplasma fördernder röhrenförmiger Gang; ein solcher ziemlich langer, trompetenförmiger Gang ohne wahrnehmbare Membran ersetzt den Pharynx z. B. bei *Glaucoma scintillans*. In den meisten Fällen stülpt sich die oberflächlichste Schichte des Ectoplasma durch die Mundöffnung in den Schlundgang, wodurch eine *Schlundröhre* oder ein *Rachen* mit eigenen Wandungen zu Stande kommt, welcher je nachdem er das Ectoplasma auf kurzem Weg durchsetzt oder in der Substanz des Ectoplasmas selbst einen längeren Ver-

¹ Revision der Prothelminthen. Abtheil. Amastigen. Sitzungsber. der math. naturw. Class. d. k. Akad. 52. B. I. Abth. Wien. (1866) 505.

² I. 80.

³ Természetrajzi füzetek Bd. II. H. 4. (1878) 224.

lauf nimmt bevor er dasselbe durchbohrt, eine sehr verschiedene Länge erreichen kann.

So sehr auch der Schlund bei den verschiedenen Infusorien abweichen mag, so lassen sich doch sämtliche in zwei Gruppen sondern.

In die erste Gruppe rechne ich jene Schlunde, welche mit *Cilien bedeckt* sind, und zwar entweder auf ihrer ganzen Oberfläche, wie bei den *Stentoren*, den *Climacostomen* und *Paramecien*, oder bloß in einer spiralig gewundenen Längslinie, wie bei den *Vorticellinen*; ¹ endlich kann bloß ein Büschel langer feiner Cilien am Ende des sehr kurzen Schlundes hängen, so namentlich bei den *Oxytrichinen*, *Euplotinen* und *Aspidiscinen*. In allen Fällen führt der Schlund in bogenförmigem oder mehr-weniger S-förmig gewundenem Verlauf entweder unmittelbar in das Entoplasma (z. B. *Stentor*, *Condyllostomum*), wo der etwas verjüngte untere Theil mit einer kreisförmigen Oeffnung sehr scharf absetzt; oder der Schlund hört bereits im Ectoplasma auf, so dass durch denselben eindringende Nahrung und Wasser nicht direct in das Entoplasma, sondern in eine, am Schlundende beim Schlingen gleichsam sich aufschlitzende, zuerst spindel dann citronenförmig oder kugelig anschwellende Vacuole gelangt und hier durch die wirbelnde Bewegung des vom unteren Schlundende hineinhängenden Büschels feiner langer Cilien in fortwährender Rotation erhalten wird. Diese Vacuole, welche sich nach ihrer Anfüllung contrahirt und ihren Inhalt in das Entoplasma drückt — und, welche bereits weiter oben als *Schlingvacuole* bezeichnet wurde — entbehrt der eigenen Wandung und ist, den pulsirenden Vacuolen gleich, im Entoplasma ausgehöhlt, oder höchstens von einer etwas consistenteren Plasmaschicht umgrenzt. Ein solcher in eine Schlingvacuole sich öffnender Schlund ist für die *Oxytrichinen*, *Paramecien* und *Vorticellinen* (letzteren auch die *Ophrydinen* und *Urceolarinen* zugezählt) charakteristisch.

Das einfachste Verhalten wird bei den *Oxytrichinen* angetroffen. Nach STEIN soll zwar der Mund dieser Infusorien einen längs des inneren Saumes des Peristomfeldes verlaufenden sehr erweiterungsfähigen Spalt darstellen und ein Schlund überhaupt nicht vorhanden sein; ² allein dem gegenüber muss ich, gestützt auf eigene Untersuchungen, die Angaben

VON CLAPARÈDE und LACHMANN, ¹ ENGELMANN, ² WRZESNIEWSKI ³ und STERKI ⁴ für richtig erklären, wonach sich der Mund der *Oxytrichinen* im hinteren Winkel des Peristoms befindet und in einen zwar kurzen, aber deutlich ausnehmbaren, nach rechts gerichteten bogenförmigen Schlund führt. Letzterer trägt ein beim Hineinstrudeln der Nahrung sehr deutlich sichtbares Büschel feiner langer Cilien. ⁵ Indessen gelangt die mit dem Wasser hineingestrudelte Nahrung nach meinen Untersuchungen nicht, wie STERKI behauptet, direct in's Entoplasma, sondern in eine, sich im Ectoplasma aufschlitzende Schlingvacuole (von Mme JOBARD-MUTEAU sehr getreu abgebildet), ⁶ durch deren Contractionen dieselbe in das Leibesinnere gedrückt wird. Ganz denselben Bau hat der Mund und Schlingapparat bei den *Aspidiscinen* und *Euplotinen*.

Die *Paramecien* haben einen ziemlich langen, trompetenförmigen Schlund, welcher an seiner ganzen Oberfläche kurze, am unteren Ende aber einen Büschel von längeren Cilien führt, und mündet gleichfalls in eine Schlingvacuole. Der Schlingact dieser Infusorien wurde von v. SIEBOLD sehr naturgetreu folgenderweise geschildert: «Wendet man die von GLEICHEN und EHRENBERG vielfach benutzte Fütterungsmethode der Infusorien an, so werden die in dem Wasser schwebenden Farbstoff-Partikelchen durch den Strudel, welchen die bewimperten Mundöffnungen vieler Infusorien im Wasser erregen, herbeigeholt und mit dem Wasser verschluckt. Das Wasser sammt den Farbstoff-Partikelchen häuft sich allmähig am unteren Ende des Oesophagus an, und drängt hier das nachgiebige Parenchym blasenförmig von einander. So lange dieses Wasser wie ein Tropfen noch mit dem unteren Ende der Speiseröhre zusammenhängt, hat das Ganze das Ansehen einer gestielten Blase; hat sich aber ein solcher Wassertropfen von der Speiseröhre losgelöst, indem er durch die Contraction der letzteren in das lockere Parenchym hineingedrängt worden ist, so erscheint derselbe als eine ungestielte Blase, in welcher die verschluckten festen Körper vollständig abgeschlossen liegen.» ⁷

¹ I. 142.

² Zur Naturgeschichte der Infusionsthiere. ZWZ. XI. (1861) Separatabdr. 39.

³ Beobachtungen über Infusorien etc. ZWZ. XX. (1870)

⁴ Beiträge zur Morphologie der Oxytrichinen. ZWZ. XXXI. (1878) 36.

⁵ Vgl. Sterki loc. cit.

⁶ Op. cit. Taf. 14. Fig. 6.

⁷ Vergl. Anatomie der wirbellosen Thiere. (1845) S. 16.

¹ Vgl. BÜTSCHLI. Ueber Dendrocometes paradoxus etc. ZWZ. XXXVIII. (1877) 67.

² I. 142.

Diese Schilderung bedarf bloß der einen Ergänzung, resp. Modification, dass nicht der Schlund sich contrahirt, sondern die Nahrung durch die contractilen Wände der noch im Ectoplasma gelegenen Schlingvacuole in das Entoplasma gedrückt wird; d. h. der Schlund dient bloß zur Einführung der Nahrung, während die Weiterbeförderung derselben durch die unterhalb des Schlundes sich öffnende Schlingvacuole besorgt wird.

Bei den *Vorticellinen* (im weiteren Sinne, d. h. die *Ophrydinen* und *Urceolarinen* auch mitgerechnet) besteht der dem Ansehen nach sehr complicirte Schlingapparat in einem je nach Gattungen und Arten verschieden langen, nach unten verjüngten, trompetenförmigen, bloß bei den *Opercularien* sackförmig erweiterten Rohr, auf welchem von unten nach oben, d. i. gegen die Mundöffnung gerichtete lange Cilien in einer spiralig gewundenen Linie angeordnet sind; im Durchschnittsbild erscheinen letztere bloß als 3 bis 4 ziemlich weit von einander abstehende Cilienbüschel. Gegen die Mitte des Schlundes geht von der convexen Seite die im Durchschnittsbild einer Borste gleichende undulirende Membran aus, während das verjüngte untere Schlundende in eine spindelförmige Erweiterung führt, in welche ein quastenartiges Endbüschel der am Rachen abwärts ziehenden Cilienreihe hineinhängt.¹ Von LACHMANN, dem wir die ersten genaueren Angaben über den Schlund der *Vorticellinen* verdanken, wird der auch die Afteröffnung aufnehmende vordere Theil des Schlundes als *Vestibulum*, der folgende als *Oesophagus* und die spindelförmige Erweiterung als *Pharynx* bezeichnet² welche Terminologie von CLAPARÈDE acceptirt wurde;³ dagegen behält STEIN für das Ganze die Benennung *Schlund* bei;⁴ während BÜTSCHLI wieder ein *Vestibulum* und einen *Oesophagus* unterscheidet, und mit letzterer Benennung die spindelförmige Erweiterung bezeichnet.⁵ Alle die genannten Forscher stimmen hinsichtlich des directen Zusammenhanges zwischen spindelförmiger Erweiterung und Schlundröhre überein, STEIN betont sogar ausdrücklich, dass bei den *Vorticellinen* die Nahrungsbestandtheile am

Schlundende keinen blasenförmigen Raum aushöhlen, sondern in der spindelförmigen Erweiterung unten am Rachen sich ansammeln.¹ GREEFF gebührt das Verdienst des Nachweises, dass der Schlund bei der spindelförmigen Erweiterung aufhört und in einen «*bauchigen Trichter*» mit eigenen contractilen Wänden mündet.² Diese Beobachtung wurde von WRZESNIOWSKI als richtig bestätigt und dahin ergänzt, dass bei *Epistylis flavicans* das Schlundende mittelst einer ringförmigen diaphragmaartigen Falte verschlossen werden kann.³

Nachdem STEIN betont, dass beim Schlingen das spindelförmige Rachenende sich contrahirt, giebt er vom ferneren Verlauf des Schlingactes folgendes naturgetreue Bild: «Der aus dem Schlund in das Parenchym übertretende Bissen beschreibt in der hinteren Körperhälfte einen längeren oder kürzeren Bogen, indem er sich zuerst von dem Schlundende aus abwärts bewegt und dann in der Nähe des hinteren Körperendes nach der dem Schlund gegenüberliegenden Körperseite umbiegt und hier gewöhnlich noch eine Strecke weit in die Höhe steigt. Während dieses Verlaufes bildet er einen längeren oder kürzeren, vorn abgerundeten, hinten zugespitzten Strang, der bisweilen noch mit dem Schlundende zusammenhängt, während sein vorderes Ende bereits auf der entgegengesetzten Seite angelangt ist. In diesem Falle macht der einen continuirlichen, bogenförmigen Strang darstellende Bissen ganz den Eindruck eines sich an den Schlund anschliessenden Darmkanales. Es währt jedoch nur wenige Momente, so schliesst sich das Parenchym, dessen Continuität durch den Bissen unterbrochen wurde, von dem Schlundende aus wieder zusammen, und dadurch werden die hinteren Bestandtheile des Bissens an die vorderen herangeschoben, und es bildet sich nun an der Stelle, die das vordere Ende des sich nicht mehr weiter bewegenden Bissens einnahm, ein runder Ballen, EHRENBURG's Magenblase.»⁴

Auch CLAPARÈDE und LACHMANN erwähnen von gewissen Infusorien, worunter ohne Zweifel die *Vorticellinen* und *Ophrydinen* zu verstehen sind, dass die aus dem Schlund vordringenden Nahrungsrisen

¹ Vgl. BÜTSCHLI, Ueber *Dendrocometes* etc. ZWZ. XXVIII. (1877) Taf. VI. Fig. 21.

² Ueber die Organisation der Infusorien etc. AAP. (1856) 347.

³ I. 80.

⁴ I. 84.

⁵ Op. cit. 67.

¹ Op. et loc. cit.

² Untersuchungen über den Bau und die Naturgeschichte der *Vorticellinen*. AN. 37. Jahrg. (1871) 200.

³ Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. ZWZ. XXIX. (1877) 297.

⁴ I. 84.

häufig eine die Bewegungsrichtung bezeichnende helle Furche zurücklassen, welche leicht als Darm könnte angesprochen werden;¹ sehr getreu wurde diese Linie von ENGELMANN bei *Epistylis Nymphaeum* abgebildet.²

Nach dem eben Dargelegten erheischt es keinen näheren Nachweis, dass das Verdienst, den bei den *Vorticellinen* während des Schlingens sichtbaren Bogengang, welchen der Bissen durchläuft, entdeckt zu haben, irrtümlich GREEFF zugeschrieben wird; derselbe war bereits lange vor den GREEFF'schen Untersuchungen bekannt. GREEFF's Untersuchungen³ enthalten an Neuem bloß den Nachweis, dass die hypopharyngeale spindelförmige Erweiterung nicht dem Schlund angehört, — und den mit grosser Bestimmtheit gethanenen Ausspruch, dass die Erweiterung und deren Fortsetzungsgang von eigenen membranösen Wandungen begrenzt wird, was auch von WRZESNIOWSKI bestätigt wurde.⁴ Neu ist ferner die Auffassung, dass die hypopharyngeale Erweiterung als «*erster Versuch zur Magenbildung*», der Bogengang aber als «*primitives Darmrohr*» anzusehen ist,⁵ sowie dass dieser Kanal frei im Entoplasma, oder nach GREEFF in dem die Körperhöhle erfüllenden Chymus schwebt.⁶ Nach wiederholten Untersuchungen glaube ich mich zu dem Ausspruch berechtigt, dass der Schlund wirklich, wie GREEFF und WRZESNIOWSKI behaupten, in die spindelförmige Erweiterung mündet, wo das Schlundende mit der Cilienquaste sehr deutlich zu sehen ist; dass aber diese Erweiterung und der nachher folgende Gang von einer doppelt contourirten Membran umgeben wäre — und nur eine solche könnte als eigene Wandung gelten — davon habe ich mich nicht überzeugen können. Der ganze auf den Schlund folgende Theil des Schlingapparates macht den Eindruck, als ob er, gleich den pulsirenden Vacuolen und deren zuführenden Wassergefässen, im Ectoplasma ausgehöhlt wäre, wodurch natürlich die Möglichkeit durchaus nicht ausgeschlossen, ja sogar wahrscheinlich wird, dass die angeführten Aushöhlungen von einer verdichteten Grenzschielte des Ectoplasmas umgeben sind. Im Verlauf der Bogenröhre fehlt aber

entschieden selbst diese consistenterere Grenzschielte. Dafür spricht der auch von GREEFF erwähnte Umstand, dass der von dem aus der hypopharyngealen Erweiterung ausgepressten Bissen beschriebene Bogen bald länger, bald kürzer ist, also der Bissen an jedem beliebigen Punkt des Ganges in das Ectoplasma dringen kann, wodurch die Möglichkeit einer eigenen Wandung absolut ausgeschlossen ist; die durch den Bissen im Ectoplasma ausgehöhlte Bahnlänge scheint vielmehr lediglich von der Energie der Contractionen der hypopharyngealen Erweiterung abzuhängen. GREEFF war sich der Wichtigkeit dieses Einwandes vollkommen bewusst, trachtete aber demselben mit der durch keine directe Beobachtung gestützten, ganz willkürlichen Annahme auszuweichen, dass die den Bissen leitende Röhre frei in der Körperhöhle flottirt und unter dem Druck des Chymus Veränderungen ihrer Lage erleiden kann.

All dies in Betracht gezogen, kommt man zu dem Ergebniss, dass der sehr complicirt erscheinende Schlingapparat der *Vorticellinen* von dem entsprechenden Organ der *Oxytrichinen* und *Paramecien* nicht wesentlich verschieden ist. Auch bei den *Vorticellinen* besteht der Schlund aus einer in eine Höhlung des Ectoplasmas mündenden trompetenförmigen Röhre. Die von LACHMANN als *Pharynx*, von STEIN als *spindelförmiges Schlundende*, von BÜTSCHLI als *Oesophagus* und von GREEFF als *erster Magenversuch* und *trichterförmige Erweiterung* bezeichneten Gebilde sind Homologa und Analoga der bei *Oxytrichinen* und *Paramecien* vorkommenden Schlingvacuole. Der Unterschied besteht lediglich darin, dass der Bissen bei den *Oxytrichinen* und *Paramecien* durch die Schlundvacuole unmittelbar in das Entoplasma gedrückt wird, während derselbe bei den *Vorticellinen* zuvor einen im Ectoplasma ausgehöhlten Bogengang von verschiedener Länge durchläuft.

In die zweite Gruppe reihe ich jene Schlunde, welche — wie bei den meisten *Holotrichen*, so wie auch unter STEIN's *Hypotrichen* bei den *Chlamydocodonten* und *Erviliinen* — keine Cilien tragen. In allen hierher gehörigen Fällen führt der Schlund unmittelbar in das Entoplasma und besteht aus einer glatten, starren (*Erviliinen*) oder mehr-weniger dilatationsfähigen membranösen Röhre. Innerhalb engerer Grenzen dilatationsfähig ist — der sogenannte *fischreisenförmige Schlund* bei *Chlamydocodonten*, *Nassulinen* und bei *Prorodon*, welcher auf der zarten

¹ I. 35.

² Op. cit. Taf. 31. Fig. 18.

³ Op. cit. 200.

⁴ Op. cit. 297.

⁵ Op. cit. 205.

⁶ Op. cit. 203.

membranösen Wandung in longitudinalen Streifen angeordnete, nach unten verjüngte und etwas in den inneren Schlundraum vorspringende, consistente, elastische Stäbchen, *Zahnstäbchen* führt. Diesem fischreisenförmigen sehr ähnlich ist der ausserordentlich dehnbare membranöse Schlund der meisten Enchelinen, welcher im Ruhezustand in regelmässige Längsfalten gelegt ist, welche beim Schlingen gänzlich verschwinden.

Allen mit einem Mund versehenen Infusorien kommt ohne Zweifel auch eine Afteröffnung zu, nur ist diese fest verschliessbare Oeffnung in der Regel nur im Moment der Defécation sichtbar. Die Lage des Afters wechselt gerade so, wie bei vielen niederen Thieren, z. B. bei den Echinodermen, und es besteht bald eine besondere Afteröffnung (bei den *Hypotrichen*, einem Theil der *Heterotrichen* und *Holotrichen*), bald öffnet sich der After in die vordere Schlundpartie (bei den *Vorticellinen*, *Ophrydinen* und *Urceolarinen*), oder mit der pulsirenden Vacuole (bei den *Stentorinen*, *Spirostomeen*, den mit einer pulsirenden Vacuole versehenen *Bursariinen* und bei den meisten *Holotrichen*). Die oberflächliche Schicht des Ectoplasmas, resp. die cuticuläre Körperdecke ist wie durch die Mundöffnung, so wahrscheinlich auch durch die Afteröffnung eingestülpt, aber wegen der ausserordentlichen Zartheit nur selten zu unterscheiden; eine sehr beachtenswerthe Ausnahme bilden diesbezüglich die in das Genus *Nyctotherus* gehörenden Heterotrichen, indem bei diesen die durch die Afteröffnung einwärts gestülpte Cuticula einen ziemlich langen, etwas S-förmig gebogenen, glatten, cilienlosen, schlundartigen Enddarm bildet, welcher in das Entoplasma mündet, und auch zur Aufnahme der pulsirenden Vacuole dient.¹

Dass bei den Infusorien ein den Mund, resp. den Schlund mit dem After oder dem Enddarm, wo dieser, wie bei den soeben erwähnten *Nyctotheren*, vorhanden ist, verbindender Mitteldarm gänzlich fehlt, sowie auch der Mangel einer mit Chymus erfüllten Verdauungshöhle, wurde in obigen Ausführungen zur Genüge dargelegt. Die Arbeit der Verdauung wird durch das, in das consistentere Ectoplasma ohne jede Grenze übergehende granulirte, breiartige Entoplasma verrichtet, und die verschluckten Nahrungspartikel werden entweder unmittelbar in die Substanz des Entoplasmas eingebettet, oder

von einem, aus verschlucktem Wasser gebildeten Hof umgeben; solche Nahrungspartikel enthaltende kugelige Safräume sind die schon mehrfach erwähnten sogenannten *Verdauungsvacuolen*, durch deren irrige Auslegung EHRENBURG zu seiner Lehre vom polygastrischen Verdauungsapparat geführt wurde.

Bei Infusorien, sowie auch bei den übrigen Protisten findet die nämliche Auswahl der Nahrung statt, wie bei höheren Thieren. Es gibt unter ihnen Pantomagen, deren gefrässiger Mund alles Lebende, was darin Platz findet, einzellige Algen, animalische und vegetabilische Protisten, kleinere Rotatorien, kleine Crustaceen etc. verschlingt; solche sind z. B. die grösseren *Oxytrichinen*, *Stentorinen* und *Spirostomeen* etc. Andere dagegen nehmen vorwiegend, oder wenn möglich ausschliesslich nur einerlei Nahrung auf; so nähren sich z. B. die *Chlamyodonten* und *Erviliinen* in der Regel von Diatomeen, die *Nassulinen* von Oscillarieen und verschlingen nur selten, wie es scheint blos im Nothfall auch Palmellaceen, während die kleineren *Oxytrichinen*, *Aspidiscinen* und *Euplotinen* alle Palmellaceen und andere kleine Algen ohne Auswahl verschlingen. Die *Encheliinen* und *Trachelinen* verschlingen wieder beinahe ausnahmslos nur Ciliaten, die *Amphilepten* und *Trachelius Orum* insbesondere *Vorticellinen* und richten in deren Colonieen häufig furchtbare Verheerungen an.

Ein sehr namhafter Theil der Infusorien lebt mit anderen Thieren in *Commensalismus*, und findet in den von letzteren entleerten, aus einem bunten Gemisch halbverdauter Palmellaceen und anderer einzelliger Algen bestehenden Excrementen wahrhaft lucullische Mahlzeiten. Hiher gehören die meisten Repräsentanten der *Vorticellinen* und *Ophrydinen*, welche sich auf grössere Rotatorien, Crustaceen, Insektenlarven, Schnecken- und Muschelschalen, oder in Gesellschaft der auf Wasserpflanzen sitzenden Rotatorien niederlassen und alles verwerthen, was sich in deren Excrementen noch an Geniessbarem vorfindet. Ein ähnlicher Commensalismus besteht zwischen den auf Süsswasser-Hydran herumlaufenden ovalen Polypenläusen (*Kerona Polyporum*) und der Hydra, während die scheibenförmigen Polypenläuse (*Trichodina Pediculus*) von dem die Körperoberfläche der Hydran, Muscheln und Fische bedeckenden Schleim, die in der Harnblase von Tritonen schmarotzenden aber von Blasenschleim in der nämlichen Weise leben, wie der auf dem Mantel und den Kiemen der Süsswassermuscheln sich herumtum-

¹ STEIN II. 338.

melnde Conchophthyrus von dem Schleim der Muscheln.

Auch der in Pfützen zu Boden sinkende, aus Excrementen kleiner Wassertiere bestehende feine Schlamm birgt reichliche Nahrungsvorräthe und es giebt zahlreiche Infusorien, z. B. *Paramecium Aurelia*, *Ophryoglena atra*, *Cyrtostomum leucas*, *Loxodes Rostrum*, *Metopus sigmoides* u. A., welche mit verschiedenen *Rhizopoden* und *Flagellaten* diesen Schlamm bewohnen und darin nach Nahrungen wühlen.

Von den auf die Oberfläche anderer Thiere sesshaften Infusorien führt der nächste Schritt zu den sich stabil im Darmkanal anderer Thiere aufhaltenden, welche an den Brosamen des Wirthes oder bloss an den unverdaut in den Mastdarm gelangten Nahrungspartikeln schmarotzen. Hierher gehören die *Ophryoscolecinen*, mit der *Isotricha stabile* Bewohner des Pasens der Wiederkäuer, ferner die in die Genera *Balantidium*, *Nyctotherus* und *Plagiotoma* gehörigen heterotrichen Infusorien, von welchen die *Balantidien* beim Schwein und gelegentlich beim Menschen (*B. coli*) oder den Amphibien (*B. Entozoon*, *B. elongatum*, *B. duodeni*), die *Nyctotheren* bei Fröschen (*N. cordiformis*), bei *Periplaneta orientalis* und *Grylotalpa* (*N. ovalis*), bei *Hydrophilus piceus* (*N. Gyverianus*), *Julus marginalis* (*N. velox*), endlich *Plagiotoma Lumbrici* bei Regenwürmern meist im Mast-, seltener im Mitteldarm schmarotzen, häufig in Gesellschaft von *Opalinen* und einigen *Flagellaten* (*Cercomonas*-, *Bodo*-, *Trichomonas*-, *Hexamita*-, *Lophomonas*-Arten und *Amoeben*).

Alle jene sich in anderen Thieren aufhaltenden Infusorien, welche mit Mund und Schlund versehen sind und selbständig verdauen, können — wenn man die präzise Definition LEPELLETIER DE SAINT-FARGEAU's acceptirt, wonach man bloss jene Organismen für Schmarotzer zu halten hat, welche sich von assimilirten Substanzen anderer Organismen nähren, nicht aber jene, welche sich an der Nahrung ihres Wirthes bloss betheiligen¹ — nicht als Schmarotzer sondern bloss als *Commensalen* angesprochen werden. Dagegen sind die *Opalinen*, welche, den *Gregarinen* gleich, durch den Wirth assimilirte Stoffe mittelst der ganzen Körperoberfläche aufsaugen, wahre Para-

siten. Die im Rectum von Amphibien lebenden werden wohl ihre Wirths nicht sehr verkürzen; dagegen können Andere, wie z. B. die im Darm des Regenwurms (*Opelina armata*) oder in den Divertikeln des verästelten Darmes der Planarian (*O. Planarium*) oder endlich die in den Kiemen von *Gammarus Pulex* häufig dicht gedrängt vorkommenden *O. branchiarum* für den Wirth keinesfalls gleichgiltig sein.

Gewisse Infusorien leben mit Vorliebe, andere sogar ausschliesslich in Flüssigkeiten, welche faulende thierische oder pflanzliche Theile enthalten, in Infusionen; von dieser Lebensweise einer nur beschränkten Zahl Infusorien und anderer Protisten wurde auch die Benennung «*Aufgussthierchen*» (*Animalcula infusoria*) entlehnt. Nachdem LEEUWENHOEK die «*lebendigen Atome der Welt*» entdeckt und seine Aufmerksamkeit dem mysteriösen Leben einer unsichtbaren Welt zugekehrt hatte, fiel es ihm ein zu untersuchen, was denn wohl den beissenden Geschmack des Pfeffers verursachen mag. Um das zu ermitteln, bereitete er einen Aufguss von ganzen Pfefferkörnern mit Wasser und sah in diesem am 24 April 1676 unzählige winzige (*Bakterien*) und grössere ovale «*Thierchen*» (*Colpoda Cucullus*) herumwimmeln.¹ Die LEEUWENHOEK'sche Entdeckung erregte grosses Aufsehen; Jedermann wollte die wunderbaren Pfefferthierchen sehen; der Versuch wurde vielfach wiederholt und bald auch auf verschiedene andere Aufgüsse ausgedehnt, so dass das erste Jahrhundert der Protistenforschung zum grossen Theil mit dem Studium der in Infusionen gezüchteten Protisten verging, an welche dann, wie ich weiter oben ausgeführt habe, die verschiedensten, einander an Kühnheit überbietenden, zum Theil recht geistreichen, meist aber — vom heutigen Standpunkt aus — kindisch naiv erscheinenden Speculationen sich knüpften. Heute ist es bekannt, dass in den aus verschiedenen vegetabilischen und animalischen Abfällen bereiteten Aufgüssen nicht verschiedene Protisten auftreten, sondern beim selben Fäulnisgrad stets die nämlichen Protisten-Arten von verhältnissmässig geringer Zahl erscheinen. In übelriechenden thierischen Aufgüssen, z. B. in den Macerir-Gefässen findet man — vorausgesetzt, dass die Fäulnis nicht allzu stürmisch ist, da in diesem Falle bloss Milliarden der die Fäulnis

¹ P. J. van BENEDEN, die Schmarotzer des Thierreichs. Internationale wissenschaftl. Bibliothek, Bd. 18. Leipzig. (1873) 7.

¹ Phil. Transact. 1677. 827. Nr. 133. Bd. XI. Vgl. EHRENBURG 521.

einleitenden und unterhaltenden *Schizomyceten* vorhanden sind — nach meinen Untersuchungen constant die folgenden Infusorienarten: *Cyclidium Glaucoma*, *Glaucoma scintillans*, *Trichoda carnum*, *Colpidium Colpoda* und von den *Flagellaten*: *Cercomonas Termo* und *Polytoma Urella*; sehr häufig fand ich ferner mit den Vorigen vergesellschaftet und stets in sehr grossen Mengen aus zwei-drei Individuen bestehende Bäumchen der *Opercularia coarctata* (Epistylis coarctata Clap. Lachm.), ferner eine kleine *Amoeba*. Lässt in einer solchen Flüssigkeit der Fäulnisprocess nach — wenn man z. B. die aus den Macerirbecken geschöpfte Flüssigkeit ohne Leichentheile stehen lässt — so werden die vorigen Protisten rasch verschwinden, und dafür *Vorticella microstoma*, die kleinere Form von *Chilodon Cucullus* (*Chilodon uncinatus*), *Oxytricha pellationella*, *Stylonychia pustulata* auftreten; nur die überall vorkommenden Formen: *Cyclidium Glaucoma* und *Cercomonas Termo* sowie die *Amoeben* haben ein längeres Leben, und ihnen gesellt sich auch noch *Monas Guttula* bei, und während inzwischen auch Navicellen und einzellige Palmellaceen (*Chlorococcum infusionum*, *Scenedesmus*) rasch sich zu entwickeln begannen, erleidet das in der Flüssigkeit pulsirende Leben eine vollkommene Umwandlung. In vegetabilischen Infusionen sind von den vorhin erwähnten Protisten abwesend: *Polytoma Urella* und *Colpidium Colpoda*; letzteres wird constant durch die nahe verwandte *Colpoda Cucullus* ersetzt, welche als eine in Heuinfusionen dominirende Form mit Recht «Heuthierchen» genannt wurde.

Das constante Vorkommen der angeführten Infusorien und anderen Protisten in faulenden Infusionen hängt naturgemäss mit deren von den in reinen Wässern wohnenden wesentlich verschiedener Ernährungsweise aufs Innigste zusammen. Alle die genannten Protisten sind, meines Erachtens, in ihrer Ernährung von den Schizomyceten abhängig, welche ihnen die Nahrung gleichsam zubereiten, indem diese im Haushalt der Natur zu einer so hochwichtigen Rolle berufenen, winzigen Wesen vermöge der durch sie eingeleiteten und unterhaltenen Fäulnis für eine ganze Schaar anderer Protisten die Nährlösung, jene *Bacterienmilch* (sit venia verbo!) zubereiten, welche von den meisten Protisten sammt den fäulnisserregenden Schizomyceten, oder, wie namentlich von den *Polytomen*, blos deren Serum aufgenommen wird.

Die durch die Infusorien verschluckten Nahrungsbestandtheile gelangen durch das Entoplasma nicht auf dem kürzesten Weg vom Mund zum Anus, sondern beschreiben eine verschiedenartig gewundene Bahn, welche bald blos durch die an verschiedenen Punkten der Bahn in verschiedenen succesiven Stadien der Verdauung angetroffenen verschluckten Körperchen, bald aber durch die mehr-weniger lebhaften aber stetigen Strömungen des Entoplasmas selbst, wie z. B. bei *Paramecium Bursaria*, bei den *Vorticellinen* bezeichnet wird.

Diese eigenthümliche Circulation wird, wie oben erwähnt, von den meisten Forschern, nach der Initiative von v. SIEBOLD's mit der in den Zellen der Characeen und anderen Pflanzenzellen beobachteten Protoplasma-Circulation für identisch gehalten; doch haben einige Forscher eine ganz abweichende Erklärung versucht. CLAPARÈDE und LACHMANN, in deren Auffassung die Protoplasmaströmungen selbstredend nicht eingefügt werden können, machen die charakteristische Bemerkung, dass den beiden Erscheinungen, nämlich der Circulation in den Charazellen und im Inneren des *Paramecium*, blos die derzeit noch beiden mangelnde befriedigende Erklärung gemeinsam ist.¹ Uebrigens soll nach den genannten Forschern, so wie auch nach COHN,² die Circulation bei *Paramecium* in der Körperhöhle stattfinden, und der Chymus wahrscheinlich durch Flimmerzellen, welche die Körperhöhle auskleiden, aber wegen ihrer ausserordentlichen Kleinheit nicht sichtbar sind, in Strömung erhalten werden.³ CARTER hat diese hypothetischen Flimmerzellen sogar beschrieben,⁴ doch wurden dieselben seitdem von niemand gesehen. BERGMANN und LEUCKART suchen die rotirenden Bewegungen der genossenen Substanzen durch abwechselnde Contractionen des Körperparenchyms zu erklären.⁵ Endlich gibt STEIN, wie bereits oben erwähnt wurde, eine von allen bisherigen abweichende Erklärung und sucht die Ursache der rotirenden Bewegungen darin, dass das Entoplasma durch den, durch den Schlund eindringenden Nahrungstrom in Circulation versetzt und erhalten wird.

¹ I. 37.

² Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Infusorien. ZWZ. III. (1851) 265.

³ I. 39.

⁴ CLAPARÈDE und LACHMANN, ibidem.

⁵ Anat. physiolog. Uebersicht des Thierreichs. Stuttgart. (1855) 184.

So zufriedenstellend auch diese Erklärung für die mit einem Schlund versehenen Ciliaten scheinen mag, so ist es doch nicht zu verkennen, dass sie das Phänomen doch nicht ganz aufklärt; denn eine Strömung ist auch im Plasma der mundlosen *Acinetinen* zu beobachten, für die lebhaften Plasmaströmungen der *Rhizopoden* aber kann diese Erklärung absolut nicht verworfen werden.

Jene *Flagellaten*, bei welchen EHRENBURG an der Basis der Geisseln eine Mundöffnung vermuthete, führen nach neueren Untersuchungen an der von EHRENBURG bezeichneten Stelle thatsächlich einen Mund, wie dies durch die Untersuchungen von CLAPARÈDE und LACHMANN, STEIN, CARTER, JAMES-CLARK, FROMENTEL und BÜTSCHLI übereinstimmend bestätigt wird. Eine Meinungsverschiedenheit kann höchstens hinsichtlich der Anwesenheit eines Mundes bei den mittelst *Chlorophylls* assimilirenden *Flagellaten* bestehen. Da uns diese Frage weiter oben, bei der Besprechung der pulsirenden Vacuolen bereits eingehend beschäftigte, so soll hier als Wesentliches aus den obigen Erörterungen nur soviel wiederholt werden, dass von den beiden an den Geisselenden situirten Vacuolen bloß die eine der pulsirenden Vacuole entspricht, die andere hingegen mit dem bei zahlreichen Repräsentanten der Ciliaten vorhandenen, von mir als *Schlingvacuole* bezeichneten Organ identisch ist, welches durch den, bei einigen, so namentlich bei den *Euglenen* schon längst bekannten und gut entwickelten trompetenförmigen Schlund Wasser aufnimmt; die reines oder modificirtes Chlorophyll enthaltenden *Flagellaten* pflegen nämlich keine solide Nahrung, sondern bloß Wasser zu verschlucken. Bei einem Theil der *chlorophyllfreien Flagellaten* führt der überaus zarte, bloß beim Schlucken wahrnehmbare spaltförmige Schlund gleichfalls oft in eine Schlingvacuole. Solche Schlingapparate wurden von STEIN bei *Menoidium pellucidum*, *Atracnema teres* und bei *Phialonema cyclostomum* erkannt.¹ Bei einer anderen Gruppe, den *Flagellaten* welche solide Nahrung aufnehmen, führt der verschieden weite, bald gerade, bald trompetenförmig gekrümmte Schlund unmittelbar in das Entoplasma und wird von der durch die Mundöffnung sich einstülpende, wimperlosen Cuticula gebildet. Ein solcher Schlund ist für die STEIN'sche Familie der *Cryptomadinen*, *Astasieen* und *Scytomonadinen* charakteristisch.

¹ III. Taf. XXIII. Fig. 30—48.

Die bei verhältnissmässig wenig *Flagellaten* bekannte Afteröffnung scheint ihre Lage gerade so zu wechseln, wie bei den Ciliaten; sie befindet sich z. B. bei den *Astasieen* am hinteren Körperende, bei den *Monadinen* seitlich in der mittleren Körpergegend oder unterhalb dieser u. s. f.

Eine stabile Mundöffnung kommt unter den Protisten noch bei den *Noctilucen* vor; die Beschaffenheit dieses Mundes betreffend möge ein Hinweis auf das weiter oben¹ Gesagte genügen.

Dass bei *Rhizopoden* ohne differenzirtem Ectoplasma, wie bei *Polythalamien*, *Heliozoen* u. A. die ganze Körperoberfläche an jedem Punkt gleichmässig Nahrung aufzunehmen vermag, unterliegt wohl keinem Zweifel. Doch giebt es sowohl unter den *Rhizopoden* mit strahlenförmigen als auch unter den mit lappenförmigen Pseudopodien Formen mit consistenterem Ectoplasma, so z. B. die *Euglyphen*, *Arcellen*, *Diffflugien*, *Amoeben*, und bei diesen erscheint die von CLAPARÈDE und LACHMANN vermuthungsweise geäußerte,² in neuerer Zeit von FROMENTEL vollinhaltlich acceptirte³ Meinung, wonach am Ectoplasma eine stabile, bloß im Moment des Schluckens sich öffnende und gleich darauf sich vollkommen verschliessende Mundöffnung vorhanden ist — a priori nicht ganz unmöglich. Durch directe Beobachtungen wird aber diese Annahme keineswegs bestätigt; wenigstens macht der Schlingact der *Amoeben* auch auf den aufmerksamsten Beobachter den Eindruck, als ob der die Gestalt fortwährend verändernde Protoplasmaleib sich gleichsam über die Nahrung ergiessen würde, und als ob das Rindenplasma an jeder beliebigen Stelle sich öffnen und über der verschluckten Nahrung wieder zusammenfliessen könnte. Die *Rhizopoden*, welche Schalen mit einer Mündung bewohnen und welche ihre Nahrung an einer bestimmten Körperstelle aufnehmen, wären zum Nachweis eines Mundes jedenfalls viel geeigneter als die *Amoeben* mit ihren stetigen gestaltsveränderungen, doch konnte eine stabile Mundöffnung auch bei diesen nicht constatirt werden.

Chlorophyll-Körperchen und andere Pigmente.

Nachdem die bei Protisten vorkommenden *Pigmente*, meines Erachtens, mit der Ernährung der

¹ Vgl. S. 266.

² I. 2 418.

³ 220.

Protisten in innigster Beziehung stehen, halte ich deren Besprechung an dieser Stelle am passendsten.

Unter den Farbstoffen gebührt dem *Chlorophyll* vermöge seiner physiologischen Bedeutung der erste Platz; dasselbe ist theils als smaragdgrünes *eigentliches Chlorophyll*, theils mit *Phycocyan*, *Phycoxanthin* und *Phycocerythrin* gemengt als *blaugrünes* (*Phycochrome*), *lederfarbiges* (*Diatomin*) und *blutrothes* (*Rhodophyll*) Pigment bei den Protisten sehr verbreitet.

Durch reines oder modificirtes Chlorophyll sind die mit den Algen aufs innigste verbundenen *Flagellaten* besonders ausgezeichnet; unter diesen enthalten von den Repräsentanten der von STEIN als Mitglieder des Thierreichs angesprochenen 15 Familien die *Dinobryinen*, *Chrysomonadinen*, *Volvocinen*, *Hydromorinen*, *Chloropeltiden* und *Eugleniden* alle, die *Chlamydomonadinen* und *Cryptomonadinen* aber zum Theil reines oder modificirtes Chlorophyll und assimiliren nach Art der Pflanzen. Dasselbe gilt auch von den meisten *Cilioflagellaten*. Alle diese *Flagellaten* sind durch Chlorophyll meist ganz gefärbt, so dass die Zelle höchstens am Geisselende farblos erscheint, wie bei den Schwärmsporen der Algen; oder auch das Schwanzende ist in verschiedener Ausdehnung farblos, so namentlich bei den *Chloropeltiden* und *Eugleniden*. Seltener bildet das Chlorophyll zwei seitlich verlaufende Bänder, wie z. B. bei den *Dinobryinen* und einem Theil der *Chrysomonadinen* und *Cryptomonadinen*; noch seltener abgeflachte scheibenförmige, oder kugelige, oder eiförmige Körperchen, wie z. B. das smaragdgrüne Chlorophyll mancher *Chloropeltiden* und *Eugleniden*, oder endlich Körperchen von irregulärer Form und gelappten Contouren, wie z. B. das lederfarbige Pigment mancher *Peridineen*.

Ausser den *Flagellaten* enthalten auch noch zahlreiche *Ciliaten* und *Rhizopoden* Chlorophyll, welches aber hier nicht als diffuse Färbung des Protoplasmas, sondern in Form kugeliger, zuweilen etwas abgeplattet scheibenförmiger, scharf begrenzter Körperchen vorkommt.

Unter den *Ciliaten* sind durch Chlorophyllgehalt die folgenden ausgezeichnet: *Vorticella Campanula*, *Epistylis plicatilis*, *Ophrydium versatile*, *Vaginicola crystallina*, *Stichotricha secunda*, *Euplotes Charon*, *E. Patella*, *Spirostomum ambiguum*, *Climacostomum virens*, *Stentor polymorphus*, *St. igneus*, *Bursaria chlorostigma*, *Cyrtostomum leucas*, *Paramecium Bur-*

saria, *Coleps hirtus*, *Loxodes Rostrum*, *Amphileptus longicollis*, *Holophrya Ovum*, *Enchelys gigas*. Aus dieser Reihe ist ersichtlich, dass die Anwesenheit der Chlorophyll-Körperchen nicht für eine gewisse Infusoriengruppe charakteristisch ist, sondern dass chlorophyllhaltige Arten in den verschiedensten Familien vorkommen. Uebrigens sind die Chlorophyll-Körperchen auch bei der nämlichen Art nicht constant vorhanden, und ist STEIN gewiss im Recht mit der Behauptung, dass zwei Infusorien, welche bloß betreff der An- oder Abwesenheit des Chlorophylls von einander abweichen, als der nämlichen Art angehörig angesehen werden müssen;¹ so sind die z. B. die von EHRENBURG auf das Vorhandensein von Chlorophyll-Körperchen gegründeten Arten: *Bursaria vernalis*, *Coleps viridis* und *Vorticella chlorostigma* gewiss nichts weiter als chlorophyllhaltige Varietäten von *Bursaria* (*Cyrtostomum* Stein, *Frontamia* Clap. & Lachm.) *leucas*, *Coleps hirtus* und *Vorticella Campanula*,* andererseits muss in *Stentor Muelleri* die chlorophyllfreie Form von *Stentor polymorphus* erkannt werden. Während gewisse Infusorien in der Regel Chlorophyll-Körperchen enthalten, gilt von anderen gerade das Gegentheil; zu den ersteren gehört z. B. *Paramecium Bursaria*, zu den letzteren *Coleps hirtus*, *Loxodes Rostrum*, etc. Noch andere Infusorien werden eben so häufig mit,

¹ I. 65.

* Im dritten Theil (S. 28) der STEIN'schen Monographie wird die ausschliesslich in Torfmooren lebende *Vorticella chlorostigma* gelegentlich als selbständige Art erwähnt; mir ist diese *Vorticella* aus den in der Umgebung Klausenburgs gelegenen moorigen Sümpfen sehr gut bekannt, und indem ich dieselbe mit der in grösseren Weihern lebenden, von mir mit der EHRENBURG'schen *V. Campanula* (Die Infusionsthierchen, Taf. XXV. Fig. IV) für identisch gehaltenen *Vorticellen*art vergleiche, finde ich zwischen den zwei *Vorticellen*-Arten — von den Chlorophyllkörperchen abgesehen — überhaupt keinen Unterschied. Ich kann daher nicht zögern, diese zwei *Vorticellen*, wie ich es bereits gethan [Ueber die Natur der bei niederen Thieren vorkommenden Chlorophyllkörperchen. Orvos-természettudományi Értesítő. Fachsitzung vom 25. Februar 1876. (ungarisch)] in eine Art zu vereinigen. Ob aber diese Art gerade mit der *V. Campanula* der Autoren identisch ist, das lässt sich heute, wo man bei den Arten der Gattung *Vorticella* ausschliesslich auf EHRENBURG's in mancher Beziehung lückenhafte Beschreibungen angewiesen ist, bis zu einer genauen Revision der *Vorticellen*-Arten, nicht endgültig entscheiden; hiedurch wird aber die Thatsache, dass, wie andere chlorophyllhaltige Infusorien, so auch *Vorticella chlorostigma* ihre chlorophyllfreie Varietät besitzt, nicht im mindesten beeinträchtigt.

wie ohne Chlorophyll-Körperchen angetroffen, so z. B. *Euplotes Patella* und *Vaginicola crystallina*; doch kommt am selben Fundort zur selben Zeit gewöhnlich bloß die eine Varietät vor, an manchen Fundorten sogar constant bloß die eine; so habe ich z. B. *Ophrydium versatile* in der Umgebung Klausenburgs constant ohne Chlorophyll-Körperchen angetroffen, während aus den westeuropäischen Theilen bloß das mit Chlorophyll Körperchen vollgepfropften *Ophrydium versatile* bekannt ist.*

Die torfigen, moorigen Gebiete sind besonders reich an chlorophyllhaltigen Infusorien; auf solchen Gebieten werden in der Gesellschaft von *Demidiaceen*, *Palmellaceen*, *Volvocineen*, von selteneren *Chloropeltiden*, *Eugleniden*, *Peridineen* und *Heliozoen* alle jene Infusorien, welche überhaupt Chlorophyll-Körperchen zu enthalten pflegen, stets mit Chlorophyll-Körperchen angefüllt angetroffen.

Unter den *Rhizopoden* enthalten viele *Heliozoen* so z. B. *Acanthocystis turfacea* und *A. aculeata* Chlorophyll-Körperchen; beide kommen auch in chlorophyllfreier Form vor; ausserdem erscheinen noch *Ciliophrys infusionum* und manche *Amoeben* häufig mit Chlorophyll.

Bei allen angeführten Protisten sind die Chlorophyll-Körperchen in die oberflächliche Schicht des Protoplasmakörpers eingebettet, bei den Infusorien in der in das Entoplasma übergehenden Ectoplasmaschicht, und können von hier auch in das Entoplasma vordringen, ja, wie das bei *Paramecium Bursaria* längst bekannt ist, durch die Protoplasmastömungen mitgerissen werden.

Was ist nun die Natur dieser grünen Körperchen und welche physiologischen Aufgaben haben dieselben bei jenen Protisten, welche feste Nahrung aufnehmen und nicht nach Art der Pflanzen assimiliren?

* Ich that des in der Umgebung Klausenburg's vorkommenden, mir schon seit mehreren Jahren bekannten chlorophyllfreien *Ophrydium* bereits im Jahre 1876 Erwähnung [Koložsvári Orvos-Természettudományi Értesítő, 25. Februar 1876 (ungarisch)], aber erst ein Jahr darauf machte WRZESNIEWSKI — der von meiner in ungarischer Sprache gemachten Aufzeichnung natürlich keinerlei Kenntniss haben konnte — der wissenschaftlichen Welt Mittheilung von der Entdeckung, dass *Ophrydium versatile* — bis dahin bloß in der chlorophyllhaltigen Form bekannt — in der Umgebung Warschau's auch in der chlorophyllfreien Varietät *O. hyalinum* vorkommt. Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. ZWZ. XXIX. (1877) 298.

Dass die fraglichen Körperchen nicht, wie EHRENBURG meinte, Eier sind, ist heute schon über jeden Zweifel erhoben. Zuerst gab v. SIEBOLD der Vermuthung Ausdruck, dass die grünen Körperchen der Infusorien, sowie die mit diesen vollkommen gleichen der *Hydra viridis* und einiger Turbellarien, ihre Färbung dem in der Pflanzenwelt überaus verbreiteten Farbstoff, nämlich dem Chlorophyll verdanken.¹ Darauf wies COHN mittelst mikrochemischer Reactionen nach, dass die grünen Körperchen bei *Paramecium Bursaria* in der That Chlorophyll enthalten und mit den Chlorophyll-Körperchen der Pflanzen identisch sind.² Gleichzeitig mit, aber unabhängig von COHN hat auch M. SCHULTZE nachgewiesen, dass die mit den kugeligen Körperchen der *Hydra viridis* und der *Infusorien* in Allem übereinstimmenden grünen Körperchen der Turbellarien (*Vortex viridis*, *Mesostomum viridatum*) durch einen mit dem pflanzlichen Chlorophyll identischen Farbstoff tingirt sind.³ Endlich findet sich in einer späteren Arbeit von COHN gelegentlich erwähnt, dass er bei Untersuchungen, welche er im Jahre 1867 mit Dr. SCHRÖTER ausgeführte, sich überzeugen konnte, dass der alkoholische Farbstoffextract von *Ophrydium versatile* und das vegetabilische Chlorophyll ganz identische Spectralbilder liefern.⁴ Demnach muss heute als endgiltig entschieden hingenommen werden, dass die grünen Körperchen bei Infusorien, *Hydra viridis* und einigen Turbellarien in der That durch Chlorophyll tingirt sind.*

¹ Ueber einzellige Pflanzen und Thiere. ZWZ. I. (1849) 274.

² Beiträge zur Entwicklungsgesch. der Infusorien. ZWZ. III. (1851) 264.

³ Beiträge zur Naturgesch. der Turbellarien. Greifswald 1851. 16.

⁴ Ueber parasitische Algen. Beiträge zur Biologie der Pflanzen. II. H. Breslau. 1872. S. 88.

* Unter den Metazoen kommen bei den Turbellarien Chlorophyllkörperchen, welche mit den bei Infusorien angetroffenen vollkommen identisch sind, in grosser Verbreitung vor. — SCHULTZE hob zwar ausdrücklich hervor, dass ausser *Vortex viridis* nur noch *Mesostomum viridatum* (= *Typhloplana viridata* O. Schm.) Chlorophyllkörperchen enthält; doch kannte bereits OSCAR SCHMIDT eine dritte grüne Turbellarie (*Hypostomum viride* Oscar Schm.), von welcher er bemerkt, dass ihre schöne saftgrüne Färbung nicht von fein zertheiltem Pigment, sondern wie bei gewissen Infusorien, von grösseren grünen Kügelchen herrührt (Die rhabdocoelen Strudelwürmer des süsssen Wassers. Jena 1848 S. 30). SCHMARDT fand bei Auckland

Durch den Nachweis dieses Sachverhaltes sind aber die eben aufgeworfenen Fragen noch keineswegs entschieden; wir wollen die Lösung versuchen und zunächst die feinere Structur dieser Chlorophyll-Körperchen des näheren betrachten.

Nach SCHULTZE's Untersuchungen sind die Chlorophyll-Körperchen von *Vortex viridis*, welche mit denen der Infusorien vollkommen übereinstimmen, bald einzelne, dicht zerstreute, bald zu Gruppen vereinigte Körperchen von 0.0005 bis 0.004" Durchmesser und mit einer zarten Membran versehen. Das Pigment zeigt die Reactionen des reinen Chlorophylls. Sie enthalten einen farblosen kugeligen, bald centralen, bald randständigen Kern von etwa 0.0003 bis 0.0005" Durchmesser. Ihre Fortpflanzung erfolgt durch Theilung, wobei sie durch 1 bis 4 Einschnürungen in eben so viele Segmente zerfallen,

auf Neu-Seeland eine ganz grüne Turbellarie (*Chanestomum crenulatum*, Schm.) und aus der von ihm gelieferten Abbildung zu schliessen kommen auch in der in Neu-Süd-Wales gefundenen *Vortex trigonoglena* zerstreute Chlorophyllkörperchen vor (Neue Turbellarien, Rotatorien und Anneliden, beobachtet und gesammelt auf einer Reise um die Erde, 1853—1857. Leipzig 1859, S. 4. Taf. I. Fig. 13 und S. 6 Taf. I. Fig. 6). Mein geehrter Freund Herr KOLOMAN PARÁLI, welcher sich seit mehreren Jahren mit dem Studium der in der Umgebung Klausenburgs vorkommenden Turbellarien beschäftigt, theilt mir mit, dass Chlorophyllkörperchen ausser den oben Erwähnten auch bei *Vortex truncatus*, *Derostomum unipunctatum*, *D. Schmidtianum* und einer wahrscheinlich ganz neuen *Derostomum*-Art enthalten sind. Ferner hat in neuerer Zeit Geddes sehr interessante Angaben über die an den Küsten der Bretagne lebenden chlorophyllhaltigen Planarien mitgetheilt; dieselben sollen, wie Pflanzen, athmosphärische Kohlensäure zersetzen, Sauerstoff ausscheiden und im Dunkeln absterben (Vgl. Kosmos. Zeitschrift für einheitliche Weltanschauung. III. Jahrg. 1879 S. 216).

Ausser bei Turbellarien und grünen Hydren kommen Chlorophyll Körperchen auch in der Süsswasser-Spongille vor (SORBY, Quatr. Journ. microsc. sc. 1875 Bd. XV. S. 47. Vgl. SEMPER. Die natürl. Existenzbedingungen der Thiere, I. Th. Leipzig. 1880. S. 257.)

Ob bei der gewöhnlich unter den chlorophyllhaltigen Thieren angeführten *Bonellia viridis* die grüne Farbe wirklich von Chlorophyll herrührt, muss vorläufig als unentschieden betrachtet werden; SCHENK behauptet nämlich, dass der Farbstoff dieser Gephyree wirkliches Chlorophyll sei (Sitzungsber. d. kais. Akad. Wien 1875 Bd. 77), während SORBY durch eigene Untersuchungen zur entgegengesetzten Ansicht gelangte und behauptet, dass das Pigment der *Bonellia* vom Chlorophyll wesentlich verschieden sei (Vgl. SEMPER, a. a. O.).

welche zur Grösse der Mutterkörperchen angewachsen, sich aufs Neue theilen.¹

Nach BALBIANI theilen sich die Chlorophyll-Körperchen von *Stentor polymorphus* ganz wie die nämlichen Gebilde der Pflanzenzellen in 2, 3 bis 4 Theile. Eine Membran ist auf den BALBIANI'schen Abbildungen nicht ersichtlich.²

Ich habe den Chlorophyll-Körperchen der Protisten, welche den auf animalische Art sich nährenden Protisten eben so fremdartig sind, wie den aus Geweben aufgebauten Metazoön, eingehende Studien gewidmet, deren Hauptergebnisse ich bereits vor vier Jahren veröffentlichte.³

Nach meinen Untersuchungen sind die Chlorophyll-Körperchen der Infusorien und Rhizopoden (sowie auch der *Hydra viridis* und der Turbellarien) etwa 0.004 bis 0.010 mm. grosse kugelige, bei dicht gedrängter Lagerung häufig polyedrische, seltener eiförmige, zuweilen (z. B. bei *Euplotes Patella*) flache, scheibenförmige Körperchen, welche häufig von einer äusserst zarten, dicht an das Körperchen geschmiegt und schwer wahrnehmbaren, in anderen Fällen dagegen ziemlich dicken, wasserklaren gelatinösen Membran gerade so umgeben sind, wie die Zellen vieler Palmellaceen. Zumeist ist die ganze Substanz der Kügelchen durchgehends smaragdgrün, bei grösseren Exemplaren jedoch lässt sich häufig innerhalb der grünen Corticalschicht eine farblose, granulirte Plasmakugel, — der Kern erkennen; ferner ist beinahe constant ein bald sehr scharf begrenztes, bald ohne Reagentien, blos zufolge des stärkeren Glanzes hervortretendes, meist seitständiges Kügelchen zu unterscheiden. Dieses Kügelchen, welches auch von SCHULTZE erwähnt wurde, ist jedenfalls mit dem sogenannten *Chlorophyllbläschen* (NÄGELI), *Amylumkern* (DE BARY), *Stärkekuigel* (STEIN) der Algen und vieler grünen Flagellaten identisch. Ausser von SCHULTZE wurde die gequollene Membran und das Chlorophyllbläschen auch von GREEFF bei den Chlorophyll-Körperchen von *Acanthocystis turfacea* erkannt.⁴

¹ Op. et l. cit.

² Vgl. CLAUDE-BERNARD, Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux. Paris. (1878) 212.

³ Ueber die Natur der bei niederen Thieren vorkommenden Chlorophyll-Körperchen. Kolozsvári Orvos-Természettudományi Értesítő, 25. Februar 1876 (ungarisch).

⁴ Ueber Radiolarien und Radiolarien-artige Rhizopoden des süsssen Wassers. AMA. V. Taf. 26, Fig. 10.

Grössere Chlorophyll-Körperchen enthalten häufig noch einige stark lichtbrechende, farblose, solide, den Stärkekörperchen vollkommen ähnliche Körnchen; letztere werden aber durch Jod nicht gebläut, und sind offenbar mit den Paramylumkörperchen der *Eugleniden* und *Chloropeltiden* identisch. In den relativ sehr grossen Chlorophyll-Körperchen von *Stentor igneus* ist eine mehr weniger grosse Anzahl ganz ähnlicher amethystfarbiger oder ins Blutrothe spielender Körnchen enthalten, wie in manchen Algenzellen, namentlich den Cosmarien. Die nämlichen Körnchen kommen im Ectoplasma von *Stentor igneus* auch in freiem Zustand zahlreicher vor, und verleihen demselben eine eigenthümliche röthliche Amethystfarbe; da nun mit solchen Körnchen vollgepfropfte Chlorophyll-Körperchen häufig im Zerfall angetroffen werden, erleidet es wohl keinen Zweifel, dass die Körnchen, welche die Farbe des *Stentor igneus* verursachen, Producte der Chlorophyll-Körperchen sind. An den Chlorophyll-Körperchen der *Stentoren* konnte ich endlich bei starker Vergrösserung und scharfer Beleuchtung zuweilen noch zwei helle Flecke erkennen, welche, gleich den pulsirenden Vacuolen, alternirend auftraten und verschwanden, und welche wahrscheinlich auch von BALBIANI beobachtet und als helle kreisförmige Flecke abgebildet wurden. Die Fortpflanzung der Körperchen erfolgt, wie SCHULTZE und BALBIANI beschrieben, durch Theilung, und zwar entweder theilen sie sich nach einander in 2—4 Parteen, oder es treten auf einmal 4, noch häufiger aber 3 im Mittelpunkt des Körperchens sich treffende Theilungsebenen auf; die in dieser Weise zu Stande gekommenen Gruppen von drei Körperchen sind am häufigsten.

Aus dem Angeführten ist ersichtlich, dass sich die Chlorophyll-Körperchen der Protisten von denen der Pflanzen in vielen Punkten unterscheiden, dagegen ist ihre Uebereinstimmung mit den zu den Palmellaceen gehörigen einzelligen Algen sehr auffallend, so dass füglich der Verdacht rege wird, dass dieselben überhaupt nicht zu den betreffenden Protisten gehören, sondern selbstständige Organismen sind; welche sich blos in das Ectoplasma der betreffenden Protisten (resp. in das Ento- oder Mesoderm gewisser Metazoön) eingenistet haben, — ähnlich jenen Palmellaceen, Zoosporeen, Florideen und Phycocchromaceen, welche nach den Untersuchungen von REINKE, JANCZEWSKI, COHN, KNY,

STRASBURGER, REINSCH und F. E. SCHULZE in die Gewebe verschiedener Pflanzen und Schwämme einwandern und dieselben bewohnen.¹

Für die Richtigkeit dieser Annahme spricht mit grosser Wahrscheinlichkeit die von CIENKOWSKI erkannte Natur der sogenannten *gelben Zellen* der Radiolarien, mit welchen GREEFF und Andere die grünen Körperchen der *Heliozoön* meines Erachtens um so berechtigter für homolog ansehen, da manche *Heliozoön*, z. B. *Acanthocystis spinifera*² nicht grün, sondern gelb gefärbte Körperchen enthalten. Diese, wie bekannt der extracapulären Sarcode gewisser *Radiolarien* eingelagerten gelben Zellen sind von einer ziemlich derben farblosen Membran umschlossene, etwa 0.005 bis 0.025 mm. grosse, kugelige oder eiförmige Körperchen von gelbbrauner Farbe und enthalten einen wohl entwickelten Kern und häufig mehrere Amylumkörnchen.

Ihre Fortpflanzung erfolgt, wie bereits JOHANNES MÜLLER erkannte, durch Theilung. CIENKOWSKI hat nun, gestützt auf die Beobachtung, dass die gelben Zellen der *Sphaerozoiden* sich nach dem Absterben der *Radiolarien* mit einer dicken gelatinösen Membran umgeben, welche sie nach einer gewissen Ruhepause verlassen, sich dann durch Theilung fortpflanzen und im freien Zustand weiter leben, die gewiss berechnete, bereits oben berührte Ansicht ausgesprochen, dass die gelben Zellen nicht Bestandtheile des Radiolarien-Körpers sein können, sondern selbstständige einzellige Organismen sind.³ RICHARD HERTWIG, der diese Auffassung Anfangs entschieden verwarf,⁴ neigte sich alsbald derselben zu,⁵ und acceptirte sie neuestens mit aller Bestimmtheit, und zwar in Folge der Entdeckung,⁶ dass mit den gelben Zellen der Radiolarien ganz übereinstimmend organisirte braungelbe oder gelblichgrüne Zellen in den

¹ Vgl. COHN, Ueber parasitische Algen. Beiträge z. Biologie der Pflanzen. II. H. Breslau (1872) 87. REINSCH, Beobacht. über entophyte und entozoische Pflanzenparasiten. Bot. Zeitg 1879. No. 2—3. REINKE, Zwei parasitische Algen. Bot. Zeitg 1879. No. 30. F. E. SCHULZE, Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der Spongien. ZWZ. XXXII. (1878) 147.

² GREEFF. Ueber Radiolarien etc. AMA. V. (1869) 493

³ Ueber Schwärmerbildung bei Radiolarien. AMA. VII. 1871.

⁴ Zur Histologie der Radiolarien. (1876) 19.

⁵ Der Organismus der Radiolarien. (1879) 118.

⁶ OSCAR und RICHARD HERTWIG, Die Actinien anatomisch und histologisch untersucht. (1879) 39—44.

Entodermzellen gewisser Actinien (*Anthea Cereus*, *A. cinerea*, *Adamsia diaphana*, *Actinia aurantiaca*) ganz constant vorkommen, in anderen aber gänzlich fehlen, oder blos sporadisch angetroffen werden. «Die nachgewiesene Verbreitungsweise — sagen die beiden HERTWIG¹ — scheint uns wenig dafür zu sprechen, dass die gelben Zellen normale Bestandtheile der Actiniengewebe sind. Wie käme es sonst, dass sie bei einzelnen Arten im ganzen Entoderm verbreitet sind, bei anderen nahe verwandten Arten ganz fehlen, oder was noch unerklärlicher ist, nur ganz sporadisch aufgefunden werden. Dagegen sind dies Erscheinungen, welche bei der Verbreitung parasitischer Organismen ganz gewöhnlich zur Beobachtung gelangen. Bekanntlich geben von nahe verwandten Thier-Arten einige eine günstige Wohnstätte für fremde Eindringlinge ab, während andere wieder aus geringfügigen und schwer festzustellenden Ursachen gegen dieselben Immunität besitzen.» Dass die gelben Zellen der Actinien ganz selbständige Organismen sind, dafür spricht ferner deren zahlreiches Vorkommen in dem von den Actinien ausgeschiedenen Schleim, wo sie in den Schleimfetzen weiter leben und sich fortpflanzen.

Gestützt auf diese Beobachtungen konnte HERTWIG mit Recht seine vorige Ansicht aufgeben und aussprechen, dass die gelben Zellen, welche scheinbar normale Bestandtheile so verschiedener Organismen bilden, wie es die Radiolarien und Actinien sind, eingedrungene selbständige Organismen, also, den Parasitismus im weiteren Sinn genommen, einzellige parasitische Wesen sind.

Wenn man nun die selbständige Natur der im Entoderm der Actinien und in der extracapsulären Sarcodien der Radiolarien vorkommenden gelben Zellen als eine endgiltig entschiedene Thatsache hinnimmt: muss man da nicht a priori auch der Annahme die grösste Wahrscheinlichkeit zusprechen, dass auch die in den Entodermzellen der *Hydra viridis*, in der äusseren Schicht des Protoplasmaleibes bei Heliozoen, und in der Rindenschicht der verschiedenen Infusorien, wie nicht minder im Mezoderm der Turbellarien vorkommenden grünen Körperchen, welche von einigen Forschern für Homologa der gelben Zellen angesprochen wurden, auch selbständige Organismen, eingewanderte einzellige Algen sind und nicht dem

Organismus des betreffenden Protisten oder Thieres angehören? Sind ja doch diese sogenannten Chlorophyll-Körperchen, betreffs ihrer Organisation, mit den Palmellaceen identisch, namentlich mit der mit *Chlorococcum infusionum* wahrscheinlich identischen *Palmellacee*, welche nach den Untersuchungen von REINSCH¹ in den Blattzellen von *Sphagnum latifolium*, ferner, wie ich aus eigener Erfahrung hinzufügen kann, mit *Rhaphidium*-, *Leptothrix*-, *Anabaena*- und *Nostoc*-Arten in den Gewebeelementen der verschiedensten Wasserpflanzen häufig angetroffen werden.

Was schon a priori die grösste Wahrscheinlichkeit für sich hatte, wurde durch die von mir versuchte Züchtung der Chlorophyll-Körperchen ausserhalb der Protistenleibes über jeden Zweifel erhoben. Zu diesen Versuchen wählte ich den auch mit freiem Auge gut sichtbaren *Stentor polymorphus*, zerriss einige Individuen mittelst einer feinen Lancette, und brachte sie in einem Uhrgläschen mit reinem Quellwasser in die feuchte Kammer. Täglich unternommene Untersuchungen überzeugten mich, dass die Chlorophyll-Körperchen in den Stücken der zerrissenen Stentorenleiber weiter leben und sich fortpflanzen. In den ersten Beobachtungstagen erschienen auf den zerrissenen *Stentoren* natürlich Bacterien, welche auch die meisten grünen Körperchen zerstören; nachdem aber das Wasser zeitweise vorsichtig abgegossen und durch frisches ersetzt wurde, nahm die Bacterienepidemie bald ein Ende und die Körperchen pflanzten sich mit unverändert erhaltenem frischen Grün fort, vergrösserten sich und entwickelten sich zu verschiedenen einzelligen Palmellaceen: *Scenedesmus*, *Rhaphidium*, *Palmella*-, *Chlorococcum*-Arten, zu *Chlamydomonaden* und *Euglenen*; einzelne Kugeln keimten sogar und entwickelten sich zu *Stygeoclonium*-Fäden.

Durch diese Versuche wird zweierlei bewiesen: erstens, dass die sogenannten Chlorophyll-Körperchen selbständige Organismen sind und nicht dem betreffenden Protisten angehören, weshalb ich sie auch *Pseudochlorophyll-Körperchen* nennen will; zweitens dass verschiedene Algen und grüne Flagellaten im Plasma der Infusorien als sehr kleine Kügelchen dem mit dem Charakter der Palmellaceen zu vegetiren vermögen, was in vollem Einklange steht mit der Behauptung von CIENKOWSKI: wonach ein grosser Theil

¹ Op. cit. 42

¹ Bot. Zeitg. 1879. Nr. 2. S. 24.

der Palmellaceen höchst wahrscheinlich blos eine Vegetations-Form anderer Algen repräsentirt.¹

Uebrigens kann die Metamorphose der Pseudochlorophyll-Körperchen in bestimmbar Algenarten bereits in den lebenden Infusorien beobachtet werden. Hierzu eignet sich *Stentor polymorphus* am besten; hält man ihn längere Zeit in demselben nicht erneuerten Wasser, so tritt eine Metamorphose der grünen Kügelchen ein und aus den *Stentoren* werden allmählig wahrhaftige lebende Museen von den erwähnten Algen, Flagellaten, und aus etlichen Zellen bestehenden kümmerlichen Algenfäden, welche letzteren aus dem Ectoplasma successive in das Entoplasma eindringen und hier verdaut werden, so dass die grünen *Stentoren* endlich ganz farblos werden. In nicht eben seltenen Fällen dringen einzelne dieser veränderten «Chlorophyll-Körperchen» in das Wassergefäss der *Stentoren* ein, und die von STEIN im Wassergefäss eines *Stentors* abgebildeten, munter herum schwimmenden zwei Euglenen² werden wohl nicht aus dem Entoplasma in das Wassergefäss eingedrungen sein, wie STEIN vermuthet, sondern offenbar im Ectoplasma zur Entwicklung gelangt und von hier in das Wassergefäss eingedrungen sein.

Auch in *Stichotricha secunda* bietet sich ein sehr lehrreiches Object zum Studium der Natur der Chlorophyllkörperchen bei Infusorien. Die in torfigen Tümpeln häufig in unzähligen Massen angetroffenen Exemplare dieser Infusorien enthalten dichtgedrängte, grüne Kügelchen von ganz gleicher Grösse, während die in grösseren stagnirenden Wassern lebenden Exemplare entweder farblos sind, oder blos etliche Chlorophyll-Körperchen von verschiedener Grösse aufweisen, unter welchen einzelne Scenedesmus-Gruppen und andere Palmellaceen sehr deutlich zu erkennen sind. Dasselbe fand ich bei der Turbellarie *Vortex truncatus*, bei welchem im Mesoderm meist schütter zerstreute grüne Zellen, theils von Grösse und Form der Pflanzen-Chlorophyll-Körperchen, theils in der Form deutlich erkennbarer Palmellaceen vorkommen.

Manche *Heliozoen* pflegen ihre grünen oder gelben Körperchen zuweilen freiwillig auszuwerfen; GREEFF machte diese Beobachtung bei *Acanthocystis turfacea* und *A. spinifera*,³ wozu ich aus eigenen

Beobachtungen beifügen kann, dass *Acanthocystis aculeata* ihre Pseudochlorophyll-Körperchen vor der Encystirung constant ausstösst; letztere vermehren sich dann innerhalb des — von der contrahirten und eingekapselten *Heliozoë* nicht ganz ausgefüllten stacheligen Kieselhülle in Palmellenform so lang, bis sie die Hülle sprengen.

Dass übrigens die grünen Körperchen der *Heliozoen* nicht dem Rhizopoden angehören, wurde auf Grund von Beobachtungen an *Acanthocystis aculeata* bereits vor mir von R. HERTWIG und LESSER als wahrscheinlich ausgesprochen. «Sind die zur Nahrung dienenden Organismen nicht farblos — sagen die genannten Forscher¹ — sondern chlorophyllgrüne Algenschwärmer, so verläuft selbstverständlich der Process der Assimilation in vollkommen gleicher Weise, nur mit dem Unterschied, dass anstatt der graubläulichen, ovalen, oder kugeligen Körper sich Chlorophyllkörner ausbilden. So wurden, als aus einer uns nicht näher bekannten Alge zahllose Schwärmer ausschlüpften, die bis dahin fast farblosen *Acanthocystiden* binnen Kurzem mit Chlorophyllkörnern dicht gefüllt, während die kleinen Schwärmer massenhaft betäubt den Pseudopodien anhafteten. — Wir glauben hiernach annehmen zu dürfen, dass die Chlorophyllkörner nicht als nothwendig zum Bau und der Existenz der *Heliozoen*, bei denen sie vorkommen, angesehen werden dürfen und aus der Reihe der morphologisch wichtigen Körpereinschlüsse gestrichen werden müssen.»

Dass die grünen Körperchen der *Heliozoen* nicht dem Organismus der betreffenden Rhizopoden angehören, dafür spricht mit grosser Beweiskraft auch das von ARCHER bei einer grünen *Actinophryne* beobachtete Ausschlüpfen der grünen Körperchen in der Form von Schwärmern mit zwei Cilien.²

Das von R. HERTWIG und LESSER über die Pseudochlorophyll-Körperchen der *Heliozoen* Gesagte konnte ich auf Grund obiger Ausführungen, wie mir scheint, mit vollem Recht verallgemeinern, und ich ging gewiss nicht über das Ziel hinaus mit dem bereits vor vier Jahren gethanen Ausspruch, dass die sogenannten Chlorophyll-Körperchen bei Ciliaten, Rhizopoden und einigen niederen Thieren nicht zu

¹ Ueber Palmellen-Zustand bei *Stygeoclonium*. Bot. Zeit. 1876. Nr. 2. u. 5. S. 70.

² II. Taf. V. Fig. 2. X—X.

³ Op. cit. 484 und 493.

¹ Ueber Rhizopoden und denselben nahe stehende Organismen. AMA. X. Suppl.-Heft. (1874) 203.

² Journ. micr. sc. 1870. S. 307. Vgl. LEUCKART: Bericht etc. AN. 38. Jahrg. II. (1872) 343.

den Organisations-Bestandtheilen gehören, sondern eingewanderte Algen sind, welche in der Form kleiner runder Zellen vegetiren, und es war mir eine angenehme Ueberraschung in einer jüngst erschienenen, an Thatsachen und Ideen gleich gehaltvollen Arbeit von SEMPER einer mit der meinigen vollkommen übereinstimmenden Auffassung zu begegnen.¹

Es fragt sich nun, auf welche Weise die Pseudochlorophyllkörperchen in die Protisten und in die Gewebelemente der niederen Thiere gelangen? Diese Frage wurde, wenigstens hinsichtlich der *Heliozoën* von R. HERTWIG und LESSER in den oben citirten Worten bereits beantwortet, und meinerseits genügt es hinzufügen, dass das Eindringen in die *Ciliaten* auf die nämliche Weise erfolgt. Die durch das Vorkommen von Pseudochlorophyll-Körperchen charakterisirten Infusorien sind sämmtlich entweder pantophag, oder nähren sich vorwiegend mit einzelligen Algen und grünen Flagellaten, woraus wohl mit grosser Wahrscheinlichkeit gefolgert werden kann, dass die Einführung durch den Mund erfolgt. Dass die thatsächlich der Fall ist, davon konnte ich mich bei solchen Infusorien, welche Chlorophyll-Körperchen nur selten enthalten, auch durch directe Beobachtungen überzeugen. Hierher gehören z. B. *Coleps hirtus* und *Enchelys gigas*; letzterer nimmt anstatt der Ciliaten namentlich der *Vorticellinen*, nur ausnahmsweise mit grünen *Flagellaten* und *Palmellaceen* vorlieb. Haben die genannten Infusorien zahlreiche *Euglenen*, *Chlamydomonaden* und *Palmellaceen* verschluckt, so werden von letzteren einzelne aus dem Entoplasma des Protisten rein mechanisch in das Ectoplasma gedrückt, und zerfallen, indem sie der Gefahr, verdaut zu werden, glücklich entronnen, durch rasch auf einander folgende Theilung in Pseudochlorophyll-Körperchen, welche das Ectoplasma als Brutstätte occupiren.

Es kann für sehr wahrscheinlich angesehen werden, dass auch die Turbellarien und die grüne Hydra unmittelbar oder durch Vermittlung verschluckter grüner Infusorien, also im Wesentlichen auf die nämliche Weise zu ihren Pseudochlorophyll-Körperchen gelangen.

Die Pseudo-Chlorophyllkörperchen, welche sich in Protisten oder gewisse niedere Metazoën eingenistet haben, können als Parasiten gewiss nicht ange-

sprochen werden; ich halte die zwischen ihnen und ihrem gastfreien Wirth bestehende Beziehung für ein auf ähnliche Interessengemeinschaft basirtes Consortial-Verhältniss, wie jenes, welchem — nach der heut zu Tage fast allgemein acceptirten SCHWENDENER'schen Lehre — durch innige Verwebung gewisser Pilzhypen und sogenannten Gonidien d. h. gewisser Algen zu einem gemeinsamen Organismus — der mannigfaltig geformte Thallus der Lichenen seine Entstehung verdankt. Ich habe dieser Ansicht bereits in meinem wiederholt citirten Vortrag Ausdruck verliehen, und wurde auf angenehme Weise überrascht, auch bei SEMPER denselben Vergleich anzutreffen.¹

Aus dieser Allianz erwachsen für beiderlei sonst so verschiedene Organismen wesentliche Vortheile: die Pseudochlorophyll-Körperchen finden im Körper des Wirthes nicht nur ein sicheres Asyl, sondern haben auch im Wasser, welches den Protoplasmaleib, respective die Gewebe durchströmt und Producte des Stoffwechsels aus dem farblosen Wirth aufnimmt, auch eine reiche Nahrungsquelle ununterbrochen zur Verfügung; dafür entwickeln die grünen Inwohner für den Wirth fortwährend Sauerstoff und leisten ihm den Miethzins in der Form dieses unentbehrlichen belebenden Elements.

Ich kann an dieser Stelle nicht unerwähnt lassen, dass die von GEDDES von den grünen Planarien der bretagner Küste geschilderte Erscheinung, wonach dieselben, gleich Schwärmsporen der Algen, stets die dem Licht zugekehrte Seite der Aquarien aufsuchen,² nichts weniger als neu ist; dieselbe wurde bereits von M. SCHULTZE bei *Vortex viridis* aufgezeichnet,³ und dass auch die Pseudochlorophyllkörperchen enthaltenden Protisten das Licht aufsuchen, ist den Protistologen längst bekannt, und findet seine Erklärung ohne Zweifel darin, dass im Kampf ums Dasein jene Protisten den Sieg davontragen, welche die Oxygenproduction ihrer grünen Inwohner am meisten begünstigen, was sie — da zur Zersetzung der Kohlensäure durch das Chlorophyll und zum Freiwerden des Sauerstoffs die Einwirkung von Licht unbedingt erforderlich ist — durch Aufsuchen des

¹ Op. cit. 91.

² CR. Bd. 87. S. 1093. Vgl. Kosmos. 3. Jahrg. 3. H. (1879.) 216. Ferner: Természettudományi Közlöny, Bd. 11. Hft. 121. 1879. 357.

³ Beitr. zur Naturgesch. der Turbellarien. Greifswald (1851) 17.

¹ Die natürlichen Existenzbedingungen der Thiere. I. Th. Leipzig. (1880) 87—93.

Lichtes anstreben. So wie die consortielle Verbindung von grünen und farblosen Organismen durch den Kampf um's Dasein zu Stande gebracht wurde, so ist auch die nämliche Ursache, welche die, den Bestand des für beide Theile vortheilhaften Bundes sichernde Lebensweise regulirt.

Eine gewisse Sensation wurde durch jenes Ergebniss der Untersuchungen von GEDDES erregt, wonach die grünen Planarien der brétagner Küsten unter der Einwirkung des Sonnenlichts Gasblasen, welche 43—52% Sauerstoff enthalten, ausscheiden, im Dunkeln hingegen binnen 2—4 Tagen absterben, also in der That, wie grüne Pflanzen, unter Einwirkung des Lichts scheinbar «von der Luft leben.»¹ Dies ist aber jedenfalls blos Schein, denn die den Sauerstoff entwickelnden grünen Körperchen sind gewiss auch bei den Planarien der brétagner Küste keine dem Organismus des Wurmes angehörigen wahren, sondern eingedrungene Pseudochlorophyll-Körperchen; das Absterben im Dunkeln würde dann höchstens für eine so weit gediehene Anpassung der fraglichen Planarien an die in ihren Geweben vor sich gehende Athmung zeugen, infolge deren sie, wenn aus Mangel an Licht die Kohlensäurezersetzung sistirt, gleich einem aus dem Wirth genommenen Parasiten, elendiglich zu Grunde gehen. Doch giebt es für dieses Absterben im Dunkeln auch eine andere, viel einfachere Erklärung: wurden nämlich die Planarien bei den GEDDES'schen Versuchen in wenig Wasser an einem dunklen Ort gehalten, so mussten dieselben, sobald der im Wasser absorbirte atmosphärische Sauerstoff aufgezehrt war, selbstredend zu Grunde gehen; unter ähnlichen Umständen würden auch andere Planarien oder sonstige aus Wasser respirirende Thiere an Sauerstoffmangel sterben. Der einzige Unterschied besteht darin, dass die Planarien an erhellten Orten auch in wenig Wasser am Leben bleiben können, weil die durch dieselben ausgeschiedene Kohlensäure durch die Pseudo-Chlorophyllkörperchen fortwährend zersetzt, und so das Wasser stets mit Sauerstoff versehen wird; dagegen müssen grüne Körperchen nicht enthaltende Planarien oder andere Wasserthiere in wenig Wasser auch an erhellten Orten verkommen, können aber, wie Jedermann bekannt, auch in wenig Wasser, jedoch wie die grünen Planarien, blos an hellen Orten, leicht am Leben erhalten werden, wenn man im Wasser Algen cultivirt.

¹ Kosmos.

Dass diese Erklärung für das Absterben der grünen Planarien im Dunkeln die wahrscheinlichere ist, dafür spricht der Umstand, dass die Planarien nach GEDDES auch im Dunkeln 2 bis 4 Tage lang lebten; dafür spricht ferner die Beobachtung, dass von M. SCHULTZE vier Wochen lang im Finstern gehaltene und vollkommen verblasste Individuen von *Vortex viridis* auch ohne Pseudochlorophyll-Körperchen am Leben blieben;¹ endlich kann ich auf Grund eigener Untersuchungen behaupten, dass auch die Protisten einen aus welcher Ursache immer erfolgenden Zerfall ihrer Pseudochlorophyll-Körperchen vertragen, während die *Euglenen*, durch welche echtes, d. h. ihrem eigenen Organismus angehöriges Chlorophyll tingirt sind, im Dunkeln gehalten, auch bei grosser Wassermenge absterben und durch Bakterien zerstört werden.

Indessen erwächst den Protisten aus den Pseudochlorophyll-Körperchen nicht blos vermöge der Sauerstoffentwicklung ein Nutzen, sondern die Inwohner dienen dem Wirth auch direct als Nahrung; die fortwährend sich vermehrenden Pseudochlorophyll-Körperchen gelangen nämlich zum Theil in das verdauende Entoplasma und werden hier, wie jede direct von aussen aufgenommene Nahrung verdaut. Von *Paramecium Bursaria* ist längst bekannt, dass ein Theil seiner Pseudochlorophyll-Körperchen mit dem Entoplasma mitströmen, wobei dieselben, wie man sich leicht überzeugen kann, thatsächlich verdaut werden. Manche Infusorien werden durch diese bequem erworbene Nahrung vollkommen befriedigt, weshalb sie von aussen kaum etwelche Nahrungsmittel aufnehmen, sondern blos Wasser durch den Schlund strudeln; dies gilt namentlich von den grünen Individuen von *Paramecium Bursaria*, *Vorticella Campanula* und *Vaginicola crystallina*, welche fremde Einschlüsse blos selten enthalten, wogegen im Entoplasma stets Pseudochlorophyll-Körperchen auf verschiedenen Stadien der Verdauung angetroffen werden. Bei diesen Infusorien fällt den Pseudochlorophyll-Körperchen im Haushalt der Protisten ganz dieselbe Rolle zu, wie den Gonidien bei den Lichenen; letztere bereiten nämlich aus den im Wasser gelösten anorganischen Verbindungen die organischen, welche in den die Lichenen bildenden Consortien den Hyphen, bei den Protisten aber dem farblosen Protoplasmaeib selbst zur Nahrung dienen.

¹ Op. et l. cit.

Von den verschiedenfarbigen und nuancirten Pigmenten, welche bei zahlreichen nach animalischer Art sich nährenden Protisten im Plasma, und zwar am häufigsten (namentlich bei den Infusorien) im Ectoplasma bald eine diffuse, bald eine durch äusserst fein zertheilte moleculäre Körnchen bedingte Färbung verursachen, kann in vielen Fällen direct nachgewiesen werden, dass es nicht eigene Producte der betreffenden Protisten sind, sondern aus den als Nahrung verbrauchten, reines oder modificirtes Chlorophyll enthaltenden Algen oder Flagellaten herrühren, indem das Pigment der letzteren während der Verdauung gewisse Farbenveränderungen erleidet, und im Plasma des betreffenden Protisten abgelagert, demselben eine gewisse Farbe verleiht. STEIN war wohl der erste, der die Abstammung des Pigments bei einem Ciliaten, der *Nassula elegans*, aus der Nahrung nachwies;

Der Leibesinhalt, der *Nassula elegans* — sagt STEIN¹ — ist ursprünglich ganz farblos, bei den meisten Individuen ist er aber von den auf gelösten Nahrungsstoffen mehr oder weniger tief rostgelb gefärbt, ähnlich wie bei *Chilodon ornatus*. Die Nahrung der Thiere besteht nämlich in Oscillarien, von denen oft so lange Fäden verschluckt werden, dass der Körper widernatürlich verlängert und auseinander gespreizt wird. Bei der Verdauung zerfallen die Oscillarien in ihre scheibenförmigen Glieder, diese nehmen zuerst eine spangrüne, später eine schmutzigblaue, und zuletzt eine rostbraune Farbe an, und endlich lösen sie sich in eine sehr fein zertheilte Masse auf, die den Körperinhalt gleichförmig rostgelb färbt.

COHN ist von den verschiedenen Pigmenten bei *Nassula elegans* — welche entweder in verschiedenen Nuancen von gelblichbraun, blau und violett in den Verdauungsvacuolen des Entoplasmas vorkommen und von EHRENBURG als durch eigene Drüsen secernirte Galle angesprochen wurden, oder eine mehrweniger gesättigte ziegelrothe Färbung des Ectoplasmas verursachen — gleichfalls der Ansicht, dass dieselben aus dem Phycochrome verschluckter Oscillarien herkommen; für dieses Pigment ist ein bereits in der lebenden Alge oder erst nach deren Absterben, während der Zersetzung erfolgender Uebergang der Farbe in Nuancen von spangrün, indigoblau, violett, purpur,

olivgrün oder braungelb charakteristisch.¹ Die *Nassula* mit ihrer besonders von den in den Verdauungsvacuolen gelösten Pigmenten herrührenden prachtvollen Färbung liefern in der That einen sehr lehrreichen Beweis für die Abstammung der Pigmente aus aufgenommenen Algen, und STEIN ist gewiss im Recht, wenn er behauptet, dass die grösste Wahrscheinlichkeit dafür spricht, dass die Färbung bei sämtlichen Infusorien durch Zersetzungsproducte der Nahrung bedingt wird.²

Bei den *Rhizopoden* liegen über den Ursprung der Pigmente blos hinsichtlich der *Vampyrellen* sichere Angaben vor; von diesen ist nämlich nach CIENKOWSKI'S Untersuchungen,³ deren Ergebnisse ich nur bestätigen kann, bekannt, dass die ziegelrothe Farbe vom Chlorophyll grüner Algen oder *Euglenen*, die bräunliche Farbe aber von verschluckten Diatomeen abstammt.

Auf Grund des Angeführten darf, trotzdem die Pigmente der Protisten noch lange nicht befriedigend studirt sind, wohl als höchst wahrscheinlich ausgesprochen werden, dass wie die sogenannten Chlorophyll-Körperchen, so auch die Pigmente bei den Protisten mit animalischer Ernährungsart überhaupt nicht zu den eigenen Stoffwechselproducten gehören, vielmehr in allen Fällen von reines oder modificirtes Chlorophyll enthaltenden und mittelst solchen assimilirenden Protisten, resp. Algen abstammen.

Kerngebilde.

Seit dem von v. SIEBOLD im Jahre 1845 gethanen Ausspruch, dass das bei einem Theil der Protozoen, namentlich bei den Ciliaten bereits durch EHRENBURG unterschiedene und als *männliche Geschlechtsdrüse* angesprochene Organ dem *Zellkern* entspricht, waren sowohl Bekenner der Einzelligkeitstheorie, als auch des Aufbaues der Protisten aus Geweben mit besonderer Sorgfalt um die Erforschung dieses Organs bemüht, und die hierauf gerichteten Untersuchungen ergaben binnen Kurzem, dass ein oder mehrere Kerne bei allen Protisten — mit Ausnahme der *Foraminiferen*, bei welchen die Kerne erst in letzter Zeit nachgewiesen wurden — zu den regelmässig vorhan-

¹ Ueber Fortpflanzung der *Nassula elegans*. Ehr. ZWZ. IX. (1857) 143.

² I. 67.

³ Ueber einige Rhizopoden und verwandte Organismen. AMA. XII. (1876) 26.

¹ Die Infusionsthiere auf ihre Entwicklungsgesch. unters. 249.

denen Organisationsbestandtheilen gehören. Bei diesem Stand der Kenntnisse musste der von HAECKEL im Jahre 1864 bei Nizza im Mittelländischen Meere entdeckte *Protophyes primordialis*¹ eine gewisse Sensation hervorrufen; dieser rhizopodenartige nackte Protist sollte nämlich überhaupt keinen Kern besitzen und lediglich aus homogenem Protoplasma bestehen. Auf diesen und mehrere andere von ihm und von CIENKOWSKI entdeckte kernlose Protisten gründete HAECKEL, wie bereits oben erwähnt, die auf der tiefsten Stufe der Protisten und sämtlicher Lebewesen überhaupt stehende Gruppe der *Moneren*.²

Die v. SIEBOLD'sche Ansicht von der Gleichwertigkeit des fraglichen Organs des Protistenleibes mit einem *Zellkern* (*cytoblast* Schleiden, *nucleus* Autor.) kann heute als ganz allgemein acceptirt betrachtet werden; selbst FROMENTEL, sonst ein heftiger Gegner der Einzelligkeit der Protisten, ist der (freilich in seine Auffassung am wenigsten passenden) Ansicht, dass der Protistenkern dem Kern der Pflanzenzelle sehr nahe steht.³

Welche Bedeutung man immer der Erkenntniss dieser Homologie beimessen mag, so unterliegt es doch keinem Zweifel, dass hierdurch die Kenntniss von den Kerngebilden der Protisten nicht wesentlich gefördert wurde; denn trotz aller neuen Untersuchungen gilt noch immer, was STRICKER vom Zellkern sagt: «Seitdem R. BROWN im Jahre 1833 den Kern der Pflanzenzellen entdeckt hat, hat sich noch kein namhafter Fortschritt in der Erkenntniss dieses Gebildes daran geknüpft.»⁴

Ich beabsichtige nicht, von der physiologischen Bedeutung und Rolle des Kernes der Protisten und der sehr verschiedenen, zum Theil gänzlich entgegengesetzten Auffassung, die demselben zu Theil geworden, an dieser Stelle zu sprechen; weiter unten bei Behandlung der Fortpflanzung wird sich hierzu noch Gelegenheit bieten. Darum beschränke ich mich hier bloß auf die Organisations- und sonstigen morphologischen Verhältnisse der Kerngebilde.

Kaum eine Frage der Histologie dürfte abweichenderen Ansichten begegnen, als die Structur des Zellkerns. Nach KÖLLIKER besteht der Zellkern — von den nicht constanten, ein oder mehreren stets consistenteren Kernkörperchen (*nucleolus*) abgesehen — aus einem Bläschen, welches von einer mehrweniger dicken Membran umschlossen und von flüssigem Kerninhalt oder Kernsaft erfüllt wird.¹ AUERBACH findet, dass der Kern ursprünglich nichts weiter ist, als eine Art Vacuole d. h. eine mit Flüssigkeit gefüllte Aushöhlung im Protoplasma, oder deutlicher ausgedrückt ein vom Protoplasma verschiedener, reiner Flüssigkeitstropfen, welcher eine wandungslose Höhlung ausfüllt; in diesem Tropfen tritt dann ein, wie es scheint durch Verschmelzen von aus dem den Tropfen umgebenden Protoplasma losgelösten feinen Partikelchen gebildetes, consistenteres Körperchen, der *nucleolus* auf; zu alledem kann sich noch die durch Verdichtung der den Tropfen unmittelbar umgebenden Protoplasmaschicht zu Stande kommende *Kernmembran* gesellen.² Ganz abweichend lautet die die meisten Anhänger zählende Ansicht von LEYDIG, nach welcher: «Der Kern der Zelle entweder die gleiche Consistenz hat, wie das Protoplasma, oder er erscheint etwas fester. Ist bloß seine Rindenschicht von grösserer Consistenz, so spricht man auch wohl von einem *bläschenförmigen Kern*, nicht selten stellt er ein durch und durch solides weiches Korn dar, man nennt ihn dann auch einen *massiven Kern*.»³

Jene Forscher, welche zweierlei Kerne (einen *bläschenförmigen* und einen *massiven*) unterscheiden, sind betreffs der Frage, welcher Kern als primitiver oder origineller zu betrachten sei, aus welchem sich die zweite Kernform entwickelte, wieder verschiedener Ansicht: nach FREY ist jeder Kern ursprünglich bläschenförmig und aus diesem kann sich hinterher der massive Kern entwickeln;⁴ dagegen hält STRICKER für erwiesen, dass der Kern im jungen Zustand stets massiv ist und erst später eine bläschenartige Umwandlung erleidet.⁵ Die angeführten Ansichten über die Structur des Kerns liessen etwa vorhandene feinere Structurverhältnisse ausser acht; ehemals wurde

¹ Ueber den Sarcoderkörper der Rhizopoden. ZWZ. XV. (1865) 360.

² Vgl. Generelle Morphologie der Organismen. Berlin. 1866. Ferner: Studien über Moneren und andere Protisten 1870.

³ Études sur les Microzoaires. 79.

⁴ Handb. der Lehre von den Geweben des Menschen und der Thiere. I. B. Leipzig. (1871.) 22.

¹ Handb. der Gewebelehre. V. Aufl. Leipzig. (1867.) 18.

² Organolog. Studien II. H. Zur Charakteristik und Lebensgeschichte d. Zellkerne. Breslau (1874) 238.

³ Von dem Bau des thierischen Körpers. I. B. Tübingen. (1864.) 14.

⁴ Grundzüge der Histologie. Leipzig. (1875.) 6—7.

⁵ Op. cit. 24.

höchstens die vorhandene oder mangelnde Granulierung des Kerns, die Grösse der Körnchen, ferner deren mehr oder minder dichte Anordnung erwähnt, und erst in neuester Zeit wurde von Beobachtungen über die feinere Structur Mittheilung gemacht. K. HEITZMANN trat zuerst in den Ergebnissen seiner, die ganze bisherige Zellentheorie mit Umsturz bedrohenden Untersuchungen mit der Entdeckung hervor, dass auch die Zellkerne, wie das Protoplasma der Zelle, aus einem zarten Balkennetz und in dessen Maschenräumen aus einer homogenen flüssigen Substanz besteht.¹ Das Vorkommen dieses Balkennetzes im Kern zahlreicher Pflanzen» und Thierzellen wurde von FROMMANN, STRASBURGER, OSCAR HERTWIG, VAN BENEDEN, BÜTSCHLI, FLEMMING und mehreren anderen Forschern bestätigt.²

Diese verschiedene Auffassung von Substanz und Structur des Zellkerns muss nothwendigerweise zu der Annahme führen, dass der Zellkern von einem gewissen primitiven, indifferenten Zustand ausgehend, wie die Gewebselemente und die Organismen selbst, in verschiedenen Richtungen Differenzirungen fähig ist, und es taucht das brennende Bedürfniss auf, dass die Kerne von verschiedener Substanz und Structur mit dem in jenem gewissen primitiven Zustand befindlichen Kern in Zusammenhang gebracht werden. Den Versuch, diese Aufgabe zu lösen, unternahm RICHARD HERTWIG in einer Arbeit, welche, gestützt auf den gegenwärtigen, nicht in jeder Hinsicht befriedigenden Stand der Kenntnisse, einen absoluten Werth zwar nicht beanspruchen kann, aber jedenfalls im Stande ist, die Differenzen zwischen den Anschauungen zu ebnen und einer zukünftigen einheitlichen Anschauung als Grundlage zu dienen.³

Nach HERTWIG besteht der Kern aus zwei Substanzen, nämlich der *Kernsubstanz* (*Nucleussubstanz*) und dem *Kernsaft*, welche in verschiedenen Kernen in einem verschiedenem Verhältniss vorhanden sind. Die Kernsubstanz besteht, wie die lebende Zellsustanz oder das Protoplasma, aus einem unbekannten

und zweifelsohne während des Lebensprozesses der Kerne veränderlichen Gemisch von in die Gruppe der Eiweissstoffe gehörigen Substanzen; die Zusammensetzung betreffend kommt dieselbe dem Protoplasma jedenfalls sehr nahe, dass aber die zwei Substanzen nicht, wie AUERBACH meint, als von ganz identischer Zusammensetzung betrachtet werden können, das wird durch einen allgemein bekannten Umstand, nämlich die verschiedene Wirkung mikrochemischer Reagentien auf die zwei verwandten Substanzen über jeden Zweifel erhoben. Der Kernsaft, das heisst die das Protoplasma durchtränkende Flüssigkeit ist zwar hinsichtlich der Zusammensetzung nicht näher bekannt, es kann jedoch mit Recht angenommen werden, dass der Kernsaft nicht nur aus Wasser und gelösten anorganischen Salzen besteht, sondern auch gelöste organische Stoffe enthält.

Von der Vertheilung der beiden Substanzen ist die Structur des Kerns in erster Reihe abhängig.

Der Ausgangspunkt wird durch den *primitiven Kern* gebildet, in welchem Kernsubstanz und Kernsaft scheinbar gleichmässig gemengt sind, zumindest ein von der Kernsubstanz geschiedener Saft nicht zu erkennen ist. Der primitive Kern ist homogen, blass und in der lebendigen Zelle ohne Anwendung von Reagentien häufig ganz unsichtbar, in anderen Fällen hingegen hebt er sich durch seine grauliche Farbe vom Protoplasma ab. In Reagentien färbt er sich und gerinnt gleichmässig, höchstens dass sich an der oberflächlichsten Schicht eine stärkere Einwirkung der Reagentien zeigt, was, wie beim Protoplasma, auf eine consistentere Beschaffenheit der Corticalschicht hinweist. Obschon der primitive Kern in der Regel ganz structurlos erscheint, so ist er es doch nicht in allen Fällen; es lassen sich nämlich in seiner homogenen Grundsubstanz nicht selten bald in gleichen Abständen angeordnete und von der Grundsubstanz durch schwächere oder stärkere Lichtbrechung abweichende kleine Körnchen, Kügelchen, in anderen Fällen wieder fettglänzende Schöllchen von ganz unregelmässiger Form, Grösse und Anordnung unterscheiden. Die granulirten Kerne kommen aus den homogenen primitiven Kernen offenbar dadurch zu Stande, dass sich die Kernsubstanz in verschiedenen Abständen verdichtet, und dass in den Schöllchen enthaltenden Kernen einzelne dieser irregulär geformten verdichteten Theilchen der Verfettung verfielen. Der primitive Kern verlässt nicht selten die ursprüngliche Kugelform, um sich durch Auswachsen

¹ Untersuchungen über das Protoplasma. Sitzungsber. d. math. naturw. Classe. d. kais. Akad. d. Wissensch. Bd. 67. Abth. III. Wien. 1873.

² Vgl. WALTER FLEMMING, Beobachtungen über die Beschaffenheit des Zellkerns. AMA. XIII. (1876) 693. C. FROMMANN, Beobachtungen über Structur und Bewegungsercheinungen d. Protoplasma d. Pflanzenzellen. Jena. 1880.

³ Beiträge zu einer einheitlichen Auffassung d. verschiedenen Kerne. MJ. II. (1876) 63.

in einer Richtung bandartig in die Länge zu strecken, oder sich durch seitlich hervorstehende Sprossen auf verschiedene Weise zu verästeln.

Von dem homogenen primitiven Kern können alle übrigen Kernformen abgeleitet werden; letztere weichen zunächst die Vertheilung von Kernsubstanz und Kernsaft betreffend ab, für welche Vertheilung es sehr verschiedene Möglichkeiten giebt. In den einfachsten Fällen sammelt sich der Kernsaft in einzelnen Vacuolen der Kernsubstanz an, wodurch die im Centrum Kernsaft enthaltenden oder — besonders bei gestreckten primitiven Kernen — die durch je eine Vacuole gleichsam halbirten Kerne zu Stande kommen. Aehnliche Kernsaft enthaltende Vacuolen treten nicht selten auch im Kernkörperchen oder *Nucleolus* auf.

Nicht selten geschieht die Trennung in der Weise, dass sich die Kernsubstanz im Centrum anhäuft, der Kernsaft hingegen an die Peripherie gedrängt wird, und um die aus Kernsubstanz bestehende Kugel gleichsam einen Hof bildet. Hierdurch kommt der *bläschenförmige Kern* zu Stande, welcher gewöhnlich gleichsam als Paradigma eines Zellkerns angesehen wird, obschon der gewöhnlich als *Kern* angesehene Theil desselben eigentlich dem sich von der Kernsubstanz gesonderten Kernsaft, das centrale *Kernkörperchen* (*nucleolus*) aber der verdichteten Kernsubstanz entspricht. Dabei bleibt nicht selten ein Theil der Kernsubstanz in der Peripherie, so dass der Saft-hof, welcher die durch Verdichten der Kernsubstanz zu Stande gekommene Kugel umgiebt, von aussen noch von einer aus Kernsubstanz bestehenden Schicht bedeckt wird. Letztere wurde von HERTWIG als *Kernrindenschicht* bezeichnet.

Neben dem bläschenförmigen Kern kann ich nicht umhin jener von HERTWIG zwar unberücksichtigt gelassenen dafür aber sehr häufigen Kernform Erwähnung zu thun, bei welcher der grösste Theil des Kernes aus einer sehr saftreichen structurlosen Kernsubstanz besteht, welche eine aus dichter Kernsubstanz gebildete Kugel einschliesst. Ich will diese bloß übergangsweise, nämlich bei der Umwandlung des primitiven Kernes in einen bläschenförmigen, vorkommende Kernform, *Uebergangskern* nennen.

Diesem bläschenförmigen oder uninucleolären Kern unmittelbar angereiht finden sich bei HERTWIG die *pauci- und multinucleolären Kerne*; bei den ersteren finden sich innerhalb des aus gesondertem Kernsaft gebildeten Hofes mehrere, häufig verschieden

grosse Kugeln aus Kernsubstanz; bei letzteren hingegen ist der ganze Kern aus dicht gelagerten oder durch geringe Zwischenräume getrennten gleich grossen Kügelchen (*nucleoli*) zusammengesetzt, gleichsam aus lauter Micrococcen bestehend. Ich will diese bei Protisten sehr häufige Kernform *granulirten Kern* nennen. Für die Entwicklung dieser granulirten Kerne hob HERTWIG zwei Möglichkeiten hervor. Entweder leiten sich die vielen Kernkörper direct aus dem homogenen Zustand des Kernes ab, indem die Aussonderung der Kernsubstanz an verschiedenen Punkten gleichzeitig begonnen hat; oder — die zahlreichen *Nucleoli* sind, wie AUERBACH annimmt, durch Theilung aus einem ursprünglich einfachen *Nucleolus* entstanden.

Als eine häufige Differenzirung tritt bei verschiedenen Kernen die *Kernmembran* auf: eine bald überaus zarte, structurlose, bald dickere, häufig schon ohne Reagentien gut unterscheidbare, doppelt contourirte Membran, in letzterem Fall zuweilen von feinen Porenkanälchen siebartig durchbrochen. Auf welche Weise die Kernmembran zu Stande kommt, ob dieselbe durch den Kern selbst an der Oberfläche abgesondert wird, oder aber sich aus dem den Kern umgebenden Protoplasma differenzirt, kann derzeit nicht für entschieden gehalten werden. Die meisten Forscher huldigen der ersteren, AUERBACH der letzteren Auffassung. Offenbar sind beide Entwicklungsarten möglich, und es scheint sehr wahrscheinlich, dass die Kernmembran sich in gewissen Zellen auf die eine, in anderen hingegen auf die zweite Art entwickelt. Betonen will ich noch, dass die bereits oben erwähnte Kernrindenschicht von der Kernmembran wohl zu unterscheiden ist.

Bei bläschenförmigen Kernen ist zwischen sogenannten Kernkörperchen und der Kernmembran nicht selten ein den anastomosirenden Pseudopodien der Rhizopoden ähnliches feines Fadennetz entwickelt; solche Kerne liefern ein ganz ähnliches Bild, wie gewisse Pflanzenzellen mit zahlreichen Saftäumen.

Dies zur Orientirung vorangeschickt gehe ich nun auf die Kerngebilde der Protisten über, wobei ich bemerken will, dass ich jene Veränderungen, welche an den Kerngebilden der in Fortpflanzung begriffenen Protisten zu beobachten sind, hier ganz unberücksichtigt lasse und mich so als viel möglich bloß auf die Kerngebilde von vollständig entwickelten Protisten beschränke.

Für die *Gregarinen* ist im Allgemeinen ein ein-

ziger grosser, heller selten homogener, meist bläschenförmiger oder Uebergangskern, mit einem ziemlich grossen, seltener mit zwei bis drei verschiedenen grossen Kernkörperchen charakteristisch. Das Kernkörperchen ist nicht immer ganz homogen, sondern bildet häufig ein von einer Membran begrenztes helles Bläschen, in dessen flüssiger Grundsubstanz mehrere consistere, homogene oder granulirte, in den lebenden *Gregarinen* ihre Form amöben-artig ändernde Körper sich befinden. Kugelig contrahirte und eingekapselte *Gregarinen* sehen mit ihren grossen bläschenförmigen Kernen reifen Eizellen so ähnlich, dass die thatsächlich wiederholt vorgekommene Verwechslung leicht erklärlich ist.

In der Gruppe der *Rhizopoden* sind die Kerne ziemlich verschieden; am häufigsten kommen die Uebergangs- und bläschenförmigen Kerne ohne oder mit einer Kernrindenschicht vor. Solche bläschenförmige Kerne, einzeln oder mehrere, zuweilen sehr zahlreiche, sind für die *Monothalien* sowohl mit lappen- als auch mit strahlenförmigen Pseudopodien, z. B. für *Amöben*, *Arcellinen*, *Euglyphen* und *Heliozoen* charakteristisch. Seltener trifft man bei denselben Rhizopoden homogene oder granulirte primitive Kerne.

Die *Polythalamien* wurden bis in die jüngste Zeit für kernlos gehalten und erst im Jahre 1876 gelang RICHARD HERTWIG der Nachweis, dass auch diese Rhizopoden der Kerne nicht entbehren.¹ HERTWIG hat das Vorhandensein eines oder mehrerer Kerne bei 1—4-kammerigen Individuen einer *Miliolide*, ferner bei einer 1—5-kammerigen *Rotalia*, und endlich bei einer 5- und einer 7-kammerigen *Textilaria* nachgewiesen. Junge, noch einkammerige *Polythalamien* enthalten im Allgemeinen bloss einen Kern, während bei mehrkammerigen älteren Individuen die Kerne an Zahl zunehmen und in dem die Kammern ausfüllenden Protoplasma, wie es scheint, ohne alle Regel vertheilt sind. Die Structur ist nach HERTWIG ganz die nämliche, wie bei den bläschenförmigen Kernen der übrigen Rhizopoden. Neuerlich hat F. E. SCHULZE auch bei *Polystomella striatopunctata* einen Kern nachgewiesen.² Bei den jüngsten, 4—10-kammerigen Exemplaren fand SCHULZE den Kern in einer der

hinteren Kammern, zuweilen in der vorletzten, während die ganz ausgewachsenen, etwa 30-kammerigen Exemplare den Kern gewöhnlich in einer zwischen den 10. und 20. gelegenen also in einer mittleren Kammer enthalten. Bei *Polystomella* kommt als Regel bloss ein Kern vor; selten fand SCHULZE zwei und bloss ein einzigesmal drei Kerne. In ziemlich häufigen Fällen nimmt der einzelne Kern zwei benachbarte Kammern ein, indem die zwei Kern parthieen durch eine in der Scheidewand der beiden Kammern befindliche Oeffnung unter einander zusammenhängen; die zwei Kernparthieen können von gleicher Grösse sein, oder es befindet sich in einer der Kammern der grösste Theil des Kerns, in der anderen bloss ein durch eine der Oeffnungen der Scheidewand gedrungener knospenartiger Fortsatz. — Aus alldem schliesst SCHULZE, dass der Kern der *Polythalamien* aus einer Kammer in die andere hinüber wandert. Der Kern von *Polystomella* ist ein etwa 0.056 mm. grosser, von einer dicken Membran eingeschlossener kugelig Körper, welcher in einer homogenen Grundsubstanz zahlreiche stark lichtbrechende kugelige Gebilde enthält und am besten mit dem Kern gewisser Infusorien verglichen werden kann. Hieraus ist ersichtlich, dass die Ergebnisse der beiden Forscher nicht ganz übereinstimmen; so viel kann aber jedenfalls für erwiesen gehalten werden, dass auch die *Polythalamien* mit Kernen versehen, also keinesfalls den kernlosen *Moneren* anzureihen sind.

Von allen Rhizopoden und überhaupt unter allen Protisten und Elementarorganismen weisen die *Radiolarien* die complicirtesten Kerngebilde auf; auch diese wurden, Dank der wichtigen Untersuchungen von RICHARD HERTWIG, neuestens geklärt.¹

Die Centralkapsel enthält bei sämtlichen *Radiolarien* im jugendlichen Alter bloss einen Kern; bei zur Fortpflanzung reifen Individuen hingegen ist dieselbe mit Kernen vollgepfropft. Der ein- und der vielkernige Zustand ist von sehr verschiedener relativer Dauer; bei einem Theil der *Radiolarien*, nämlich den *Acanthometriden* und *Sphaerözoiden*, dauert der einkernige Zustand bloss eine kurze Zeit, während derselbe bei allen übrigen Radiolarien auf den grössten Theil der Lebensdauer sich erstreckt. Jene können der Kürze halber mit HERTWIG *multi-*, die letzteren *uninucleär* genannt werden.

¹ Bemerkungen zur Organisation und systematischen Stellung der Foraminiferen. JZ. X. Neue Folge. III. (1876) 41.

² Rhizopodenstudien. VI. Ueber den Kern der Foraminiferen AMA. XIII. (1877) 9.

¹ Der Organismus der Radiolarien. Jena. 1879. Zusammenstellung der Endergebnisse. 108—111.

Die Structur betreffend weisen die Kerne der *Radiolarien* so bedeutende Unterschiede auf, wie sie sonst bei Elementarorganismen überhaupt nicht vorkommen. Die in grosser Anzahl auftretenden Kerne sind etwa 3 bis 5 μ grosse, kugelige, membranlose, homogene, helle Körperchen (= primitive Kerne), sehen aus, wie in der intracapsulären Sarcodien zerstreute Vacuolen, und wurden von HAECKEL sammt echten Vacuolen unter der Benennung «wasserhelle Bläschen» für Zellen gehalten, Bloss bei den *Acanthometriden* lässt sich in den Kernen ein, für ein Kernkörperchen zu haltendes Binnen-Körperchen unterscheiden.

Bei den uninucleären *Radiolarien* ist der Kern stets von sehr stattlicher Grösse; selbst die kleinsten messen 38 bis 50 μ (*Heliosphaeren*), während die Kerne der *Thalassicollen* die kolossale Grösse von 300 bis 500 μ erreichen. Solche Kerne sind von einer doppelt contourirten, dicken, häufig von Porenkanälchen dicht durchbrochenen Membran umgeben.

Der einzige grosse Kern kann wiederum der Form und dem Inhalt nach sehr verschieden sein. Im einfachsten Falle bildet er eine aus Kernsubstanz bestehende homogene, solide Kugel (junge *Sphaerozoiden*, *Ommatiden*, *Spongospaeriden*). Kerne, deren Substanz stellenweise zu Kernkörperchen verdichtet ist, erreichen höhere Entwicklungsgrade (*Ethmosphaeriden*, junge *Acanthometriden*); die Anzahl der Kernkörperchen kann bis auf zwanzig steigen (*Ethmosphaeriden*), an deren Stelle später ein einziges grosses Kernkörperchen treten kann (*Acanthometriden*), welches von einer gut entwickelten Kernrindenschicht durch einen hellen Saffthof getrennt ist. Ein solcher Kern sieht dann dem bläschenförmigen Kern der Süsswasser-Rhizopoden vollkommen ähnlich. Eine besondere Beachtung gebührt dem Umstand, dass der Kern auf einem gewissen Entwicklungsstadium aus zwei, ganz verschieden granulirten Hälften zusammengesetzt ist, gerade so wie die Kerne gewisser Infusorien, z. B. der *Spirochona gemmipara*.

Durch die eigenthümlichste und, beim gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse, ganz vereinzelt dastehende Kernform sind die *Thalassicollen* charakterisirt. Der kolossale Kern selbst ist kugelförmig oder mit knospen- oder blinddarmförmigen Divertikeln besetzt, das Kernkörperchen erscheint entweder einem Pilzmycel ähnlich verzweigt, oder ist wurmartig hin- und hergewunden und sendet in die Kerndivertikeln einzelne Schlingen. Die kolossalen Kerne

der *Thalassicollen* mit ihrer eigenthümlichen Structur wurden von HUXLEY bei *Thalassicolla nucleata* entdeckt, und bei dieser von allen späteren Forschern bestätigt; während aber HUXLEY die Bezeichnung Kern nur zögernd gebrauchte, wurden diese Gebilde von J. MÜLLER für Zellen erklärt, von HAECKEL aber mit der nichts präjudicirenden Benennung «Binnenbläschen» bezeichnet; es ist HERTWIG's Verdienst, durch eingehende Untersuchungen die Gleichwerthigkeit dieser eigenthümlichen Gebilde mit Zellkernen nachgewiesen zu haben.

Aus den meist kolossalen und eigenthümlich differenzirten Kernen der *Radiolarien* kommen, nach HERTWIG, die für den multinucleären Zustand charakteristischen zahlreichen kleinen Kerne auf verschiedener, zum Theil von den bisher bekannten Arten der Entwicklung und Vermehrung der Kerne abweichender und in der Histologie ganz allein dastehender Weise zu Stande.

Am einfachsten entstehen die zahlreichen kleinen Kerne bei den *Sphaerozoiden*. Hier pflegt sich der grosse, solide Kern erst in die Länge zu strecken, erhält dann eine bisquitförmige Einschnürung, theilt sich entzwei, und durch rasche Wiederholung dieses Processes zerfällt endlich der Mutterkern in zahlreiche kleine Tochterkerne.

Bei den *Acanthometriden* und den verwandten *Acanthophractiden* treibt der Kern, nachdem sein Kernkörperchen verschwunden, solide Sprossen; diese Verdickungen der Corticalschicht schnüren sich allmähig ab und werden zu selbständigen soliden Kernen, in welchen sich kleine nucleolusartige Körperchen entwickeln. Letztere wirken als Attractionscentra und veranlassen, dass die durch Sprossbildung zu Stande gekommenen Kerne schliesslich in die kleinen homogenen Kerne der *Acanthometriden* zerfallen.

Bei den *Thalassicollen* endlich pflegt im kolossalen Kern, dem sogenannten Binnenbläschen, der verästelte oder schnörkelig gewundene Nucleolus in einzelne Bruchtheile zu zerfallen. Hierauf treten im Centralbläschen kleine, homogene Kerne auf, welche sich durch Theilung rasch vermehren und allmähig die ganze Centralkapsel anfüllen, wobei sich der grosse Kern rückbildet und schliesslich ganz verschwindet. Diesen Entwicklungsprocess der zahlreichen kleinen Kerne bringt HERTWIG mit dem Gesagten in folgenden Zusammenhang: die durch Zerstückelung des Nucleolus im grossen Kern entstandenen Kugeln dringen durch die Kernmembran in die intracaps-

läre Sarcode ein und werden hier zu selbständigen, durch Theilung sich fortpflanzenden Kernen, worauf eine vollständige Rückbildung des erschöpften Mutterkernes eintritt.

Von dem Zusammenhang zwischen den zahlreichen kleinen Kernen der *Radiolarien* und der Fortpflanzung dieser *Rhizopoden* soll in dem Kapitel über Fortpflanzung die Rede sein.

Die *Flagellaten* zeigen hinsichtlich der Kerne viel Uebereinstimmendes mit den Süsswasser-Rhizopoden. Was die Zahl betrifft, so ist der Kern — soweit unsere Kenntnisse reichen — ausnahmslos einzeln, und dieser ist im vollständig entwickelten Protisten am häufigsten bläschenförmig, mit oder ohne Kernrindenschicht, und besitzt nur selten die Structur der, von mir so genannten, Uebergangskerne. Ein primitiver, ganz homogen erscheinender, oder in regelmässigen Abständen fein oder gröber granulirter Kern charakterisirt die *Cilioflagellaten*.

Bei den *chlorophyllhaltigen Flagellaten* werden ausser dem eigentlichen Zellkern in der Regel noch ein oder mehrere scharf conturirte, kugelförmige, bei *Chlamydomonas monadina* aber ein dem hufeisenförmigen Kern der *Vorticellen* ähnlicher bandartiger Körper angetroffen, welche bereits oben als *Chlorophyllbläschen*, *Amylumkern* oder *Stärkekuigel* erwähnt wurden. Diese Körper sind an einer bestimmten Stelle, in der Nähe des Kernes gelegen und von dem eigentlichen Kern wohl zu unterscheiden. Bei Jodbehandlung werden die fraglichen Gebilde blau; doch wird durch die stärkehaltige Substanz — wie COHN bei einigen grünen *Flagellaten* nachwies¹ — bloss die Corticalschicht gebildet, innerhalb welcher, von einem Saffhof umgeben, ein protoplasmaartiges Kügelchen sich befindet, welches sich mittelst Carmin roth färben lässt. Gestützt auf die Beobachtung, dass der Amylumkern, welcher hinsichtlich seiner Structur mit den, eine Kernrindenschicht besitzenden bläschenförmigen Kernen übereinstimmt, bei gewissen Flagellaten an der Theilung der Zelle participirt, ferner dass er bei diesen Flagellaten (*Gonium*, *Chlamydomonas*, *Pandorina*, *Eudorina*, *Volvox etc.*) ausser dem Stärkekern keine mit dem Zellkern gleichwerthige Gebilde vorfand, hat COHN die Folgerung basirt, dass der Stärkekern in gewissen Fäl-

len den Zellkern substituirt und als ein diesem homologes Gebilde angesprochen werden muss, während derselbe in anderen Fällen, gleich den Amylumkörperchen, unter die in der Zelle abgelagerten und durch den Assimilationsprocess der Zelle selbst gebildeten Reservesubstanzen gehört. Diese Auffassung des ausgezeichneten Breslauer Forschers muss entschieden für verfehlt gehalten werden, da nach den Untersuchungen von STEIN,¹ deren Ergebnisse ich auf Grund eigener Untersuchungen als vollkommen richtig bestätigen kann, die nach COHN bloss mit einem Stärkekern versehenen *Flagellaten* ausser diesem auch noch einen wirklichen Zellkern besitzen, also nichts dafür spricht, dass der Stärkekern einmal bloss Reservesubstanz, ein andermal aber ein Zellkern wäre.

Der einzige Kern der *Noctilucen* entspricht ganz dem Kern der Ciliaten und ist der gänzlich homogenen oder granulirten, primitiven Kernform anzureihen. Nach RICHARD HERTWIG zeigt der Kern von *Leptodiscus medusoides* auf den verschiedenen Entwicklungsstufen des Protisten eine verschiedene Structur.² Derselbe ist von einer deutlichen Membran umhüllt, eiförmig und besteht aus zwei ungleichen Hälften: die grössere ist, wie bei gewissen Infusorien, z. B. *Spirochona gemmipara* gleichmässig granulirt, die kleinere hingegen homogen. In einzelnen Fällen waren in der grösseren Hälfte grössere consistentere Kugeln enthalten; in anderen Fällen wieder zeigte der Kern eine von der Norm gänzlich abweichende Structur, und bildete eine ovale, helle Blase in einem Ende mit einem kugeligen Körperchen. Letzteres selbst besass die Structur eines mit Kernrindenschicht versehenen bläschenförmigen Kernes, und ausser ihm waren in der Blase noch eine grössere und zwei kleinere aus Kernsubstanz bestehende Kugeln enthalten.

Bei den *Ciliaten* ist der Kern (*ovarium*, *Primordialkern* *Balbani*, weibliche *Sexualzelle* *Kölliker*, *Endoplast* *Huxley*, *Secundärkern* *Bütschli*) ursprünglich ein homogener, primitiver Kern, der aber in verschiedenen Lebensstadien zu Differenzirungen in verschiedenen Richtungen hinneigt. Vor der Erörterung der Letzteren wird es nöthig sein, erst von der

¹ Vgl. III.

² Bemerkungen über die Organisation einiger Schwärmmellen. Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Bd. II. Hft. 1. (1876) 100.

² Ueber *Leptodiscus medusoides*, eine neue den *Noctilucen* verwandte Flagellate. JZ. I. Neue Folge. IV. (1877) 311.

allgemeinen Form und der Anzahl der Kerne zu sprechen.

Bei vielen Infusorien behält der Kern seine ursprüngliche Kugel- oder Eiform das ganze Leben hindurch. Bei anderen Infusorien sieht man hingegen den Kern durch ein in der Längsachse erfolgendes Wachsthum sich strecken und eine Wurst-, Schnur- oder, mehr-weniger verflacht, eine Bandform annehmen, wobei derselbe sich schwächer oder stärker S-förmig, halbmönd-, hufeisenförmig oder wurmartig krümmt. Ein schwach S-förmig gewundener bandartiger Kern ist z. B. bei den meisten *Ophrydinen*, ein stark gewundener oder hufeisenförmiger bei zahlreichen *Vorticellinen*, *Aspidiscinen*, *Euplotinen* und *Acinetinen*, ein wurmartig gewundener bei *Stentor Roeselii*, *Climactostomum virens* und *Bursaria truncatella* vorhanden. Die langgestreckten Kerne zeigen häufig in regelmässigen Abständen des Verlaufs Einschnürungen: solche rosenkranzförmige Kerne sind z. B. für *Condyllostoma patens*, *Spirostomum teres*, *Stentor polymorphus*, *Loxophyllum Meleagris* und *Loxodes Rostrum* charakteristisch. Häufig sind diese rosenkranzförmigen Kerne hin- und hergewunden und haben dann den Anschein von traubenförmig angeordneten Kerngruppen, wie z. B. bei *Plagiotoma Lumbrici*; in anderen Fällen sind wieder die Verbindungsfäden von einer kaum erkennbaren Düntheit, wie z. B. bei *Loxodes Rostrum* und *Enchelys gigas*, so dass der Kern nicht als einheitliches Ganze, sondern, besonders bei grösseren Abständen zwischen den einzelnen Kernkugeln, wie sie z. B. *Loxodes Rostrum* zeigt, als eine grössere Anzahl selbständiger Kerne erscheint. Aus den langgestreckten wurmartigen Kernen wachsen zuweilen Sprossen hervor, welche wieder stellenweise secundäre Verwachsungen zeigen, und dadurch den complicirten Nucleolen der *Thalassicollen* ähnlich erscheinen. Solche Kerne besitzt, nach STEIN, die von ihm als «Acinetenform» von *Opercularia articulata* angeführte *Acinetine*¹, sowie, nach HERTWIG, auch *Podophrya gemmipara*, nur dass bei dieser die Knospen keine secundären Verschmelzungen zeigen.²

Die Infusorien haben meist blos einen Kern; die einzelnen Glieder der rosenkranzartigen Kerne können wohl nicht als selbständige Kerne aufgefasst werden, weil zwischen den wurstförmigen, schwach

eingeschnürten und den in regelmässige Glieder eingetheilten Kernen alle möglichen Uebergangsformen zu beobachten sind. Dagegen sind durch zwei Kerne charakterisirt: die *Amphilepten*, *Dilepten*, *Lacrimaria Olor*, die *Lionoten*, *Opisthodon*, sowie der grösste Theil der *Oxytrichinen*; zahlreiche Kerne kommen bei gewissen *Opalinen* vor. Ob nun diese alle selbständigen Kernen entsprechen oder blos, wie die rosenkranzartigen Kerne, einem einzigen in 2—4 oder viele Glieder getheilten Kern, kann bisher nicht für endgiltig entschieden gelten. Meinerseits bin ich geneigt auch diese in die Kategorie der rosenkranzförmigen Kerne zu rechnen, und kann zur Unterstützung meiner Auffassung den Umstand anführen, dass einzelne Forscher auch zwischen solchen Kernen Verbindungsfäden nachweisen konnten, welche bisher für ganz selbständige Kerne gehalten wurden: so haben BALBIANI und BÜTSCHLI die feinen langen, Verbindungsfäden zwischen den zwei Kernen von *Stylonychia*,¹ WRZESNIEWSKI aber zwischen den zahlreichen Kernen von *Loxodes Rostrum* nachgewiesen.² Trotzdem kann mit Recht angenommen werden, dass — wenn der Ausdruck gestattet ist — die Tendenz der Kerne von langgestreckten Infusorien in Glieder zu zerfallen, bei manchen Infusorien in der That zu einer gänzlichen Loslösung der Glieder führt, wodurch zwischen Ein- und Vielkernigkeit eine ununterbrochene Uebergangsreihe zu Stande kommt.

Was die Structur der Kerne der Ciliaten betrifft, so wurde bereits erwähnt, dass dieselben ursprünglich zu den homogenen primitiven Kernen gehören, und von einer zarten structurlosen Kernmembran umhüllt werden; aus der Conjugation hervorgegangene verjüngte Individuen sind stets durch solche homogene primitive Kerne charakterisirt. Es bleiben aber die Kerne der Infusorien nicht bei dieser homogenen Structur oder richtiger Structurlosigkeit stehen, es treten vielmehr später in der Kernsubstanz verschiedene charakteristische Differenzirungen auf, deren Reihenfolge und physiologische Bedeutung allerdings derzeit zumeist noch gänzlich unbekannt ist.

Selbst in den homogen aussehenden Kernen kön-

¹ Studien über die ersten Entwicklungsvorg. d. Eizelle, die Zelltheilung und Conjugation der Infusorien. Abh. d. Senckenberg. Gesellsch. X. (1876) 280.

² Beobacht. über Infusorien in der Umgebung von Warschau. ZWZ. X. (1870) 494.

¹ Die Infus. 119.

² Ueber *Podophrya gemmipara*. MJ. I. (1875) 32.

nen bei starker Vergrößerung und Anwendung von Reagentien häufig gewisse Differenzirungen wahrgenommen worden. So sind z. B. in der Kernsubstanz sehr häufig und bei den verschiedensten Infusorien in regelmässigen Abständen angeordnete feine Kügelchen oder Körnchen enthalten, welche, wenn sie etwas heranwachsen, dem Kern eine, wie aus Roggen zusammengesetzte grob granulirte Structur verleihen; Kerne von dieser Structur finde ich z. B. bei den *Nassulen* und häufig bei den *Acinetinen*, ähnliche Kerne kommen nach BÜTSCHLI bei *Cyrtostomum leucas* vor.¹ In anderen Fällen erscheinen die Kerne von fein faserig-knotiger Structur, wie nach BÜTSCHLI,² bei *Bursaria truncatella*. Endlich giebt es Infusorien, deren Kern aus dicht gedrängten, von einem wasserklaren hellen Hof umgebenen, winzigen Zellen ähnlichen Kügelchen zusammengesetzt ist.

Im Inneren von homogenen oder granulirten Kernen treten häufig aus compacterer Kernsubstanz gebildete Brocken von verschiedener Grösse auf, welche zuweilen von einem hellen Hof umgeben sind. In anderen Fällen ist blos ein einziges grösseres compacteres Körperchen vorhanden, welches nach der bei Zellkernen üblichen Terminologie *Kernkörperchen* (nucleolus) genannt werden müsste. Solche compacteren Binnenkörper können von der äusseren Kernsubstanz durch einen hellen Hof von wechselnder Dicke getrennt sein, wodurch der z. B. für *Chilodon Cucullus* charakteristische, mit einer Kernrindenschicht versehene und ganz den Bau einer Zelle aufweisende bläschenförmige Kern zu Stande kommt; nach WRZESNIEWSKI haben auch im rosenkranzförmigen Kern von *Loxodes Rostrum* die einzelnen Kugeln einen ähnlichen Bau.

Eigenthümlich ist bei manchen Infusorien die Zusammensetzung des Kerns aus zwei Hälften von durchwegs verschiedener Structur; während nämlich die eine Kernhälfte ganz homogen oder fein granulirt ist, erscheint die andere grob granulirt oder mit fettglänzenden Schöllchen vollgepfropft; diese Structur ist an den Kernen von *Spirochona gemmipara* bekannt; ein ähnliches Aussehen haben häufig die Kerne der *Oxytrichinen*, sowie nach meinen Untersuchungen, die von *Tintinnus fluviatilis*.

Für die meisten *Oxytrichinen*, *Chlamydodonten*, ferner für *Spirochona gemmipara*, sowie nach mei-

nen Untersuchungen auch für *Tintinnus fluviatilis* ist es charakteristisch, dass der Kern um seine Mitte, welche häufig durch eine seichte Einschnürung angedeutet ist, eine querliegende saftthältige *linsenförmige Vacuole*, gleichsam einen den Kern halbirenden Spalt einschliesst. Ähnliche linsenförmige Spalten kommen häufig auch an beiden Enden der hufeisen- oder bandförmigen Kerne der *Euplotinen* vor.

Von den im Inneren der Kerne bei manchen Infusorien differenzirten Kernkörperchen sind die seit v. SIEBOLD gewöhnlich gleichfalls *Kernkörperchen* genannten, aber nicht im Inneren der Kerne verborgenen, sondern neben denselben liegenden Gebilde wohl zu unterscheiden; ich habe für letztere an einem andern Ort¹ die Bezeichnung *Reservekern* in Vorschlag gebracht; BALBIANI nennt sie *Hoden*, KÖLLIKER *männliche Sexualzellen*, O. HERTWIG *Nebenkerne*, BÜTSCHLI *primäre Kerne*. Wie soeben erwähnt, wurde zuerst von v. SIEBOLD darauf hingewiesen, dass bei *Paramecium Bursaria* in einer seichten Vertiefung des Kernes ein kleines Körperchen liegt, welches er mit dem inneren Kernkörperchen von *Chilodon Cucullus* identifizierte und ebenfalls als *Kernkörperchen* (nucleolus) bezeichnete.² Die neueren Untersuchungen von BALBIANI, STEIN, ENGELMANN, und namentlich BÜTSCHLI haben nachgewiesen, dass die fraglichen Körperchen entweder constant, oder wenigstens in gewissen Entwicklungsstadien bei den meisten Infusorien vorkommen, und blos bei den *Stentorinen*, *Opalinen* und den *Acinetinen* noch nicht beobachtet wurden.

Die Reservekerne bilden bei Behandlung mit Reagentien meist deutlich hervortretende, mit einer feinen Membran umgebene kugelige, seltener eiförmige, nierenförmige oder wie bei *Paramecium Bursaria* weizenkornförmige Körperchen. Die Substanz ist meist ganz homogen, selten granulirt, noch seltener schliesst sie ein von einem Saftthof umgebenes Kügelchen ein, wie bei *Bursaria truncatella* nach BÜTSCHLI;³ auf der höchsten Entwicklungsstufe ist dieselbe ziemlich compact, mehr-minder fettglänzend und eben deshalb im Protoplasma des Infusorienleibes zwischen anderen fettglänzenden Schöllchen nur schwer zu

¹ Ueber einige Infusorien im Salzsee zu Szamosfalva. Természettudományi Füzetek, II. (1878) 230.

² Vergl. Anat. der wirbellosen Thiere. Berlin. (1845) 24.

³ Op. cit. S. 288. Dasselbe Werk liefert (S. 283—289) die vollständigste Zusammenstellung der bisherigen Kenntnisse über den Reservekern der Infusorien.

¹ Op. cit. S. 276.

² Ibidem.

unterscheiden. Concentrirte Säuren und diluirte Alcalien wirken lösend; auf Jod wird die Substanz braun, durch Karmin meist lebhaft roth gefärbt, scheint somit im Ganzen mit der Kernsubstanz übereinzustimmen.

Die einzelnen oder in Mehrzahl vorhandenen Reservekerne sind gewöhnlich in der Nähe des Kernes, häufig unmittelbar auf dessen Oberfläche oder gar in eine seichte Vertiefung desselben hineingedrückt.

Die Anzahl der Reservekerne wechselt ungemein. BALBIANI meinte eine gewisse Gesetzmässigkeit darin zu entdecken, dass auf jeden einfachen Kern ein, bei doppelten oder rosenkranzförmigen Kernen aber auf jede Kernpartie ein Reservekern entfällt, doch wurde diese Gesetzmässigkeit durch die Untersuchungen von ENGELMANN und BÜTSCHLI¹ nicht bestätigt. Während nämlich zahlreiche uninucleäre Infusorien thatsächlich bloss einen Reservekern besitzen, sind z. B. bei *Cyrtostomum leucas* nach ENGELMANN 3, nach BÜTSCHLI aber 3 bis 8 Reservekerne vorhanden; ferner hat BÜTSCHLI bei *Nassula ornata* neben dem einzelnen Kern 3 bis 4, bei *Trachelius Ovum* 9, bei *Bursaria truncatella* aber 15 Reservekerne unterschieden. Bei *Stylonychia Mytilus* entfällt nach STEIN auf jeden Kern oder Kerntheil ein Reservekern, nach BÜTSCHLI aber ist bei diesem Infusorium zuweilen bloss ein Reservekern zwischen den zwei Kernpartien vorhanden, während andere Individuen neben jedem Kerntheil je einen oder je zwei, auch neben dem einen 1, neben dem anderen 2, oder aber je 3 und mehr Reservekerne aufweisen. Bei *Trachelophyllum apiculatum* entfallen nach BÜTSCHLI auf beide, bei *Dileptus gigas* auf sämtliche rosenkranzartig angereicherte Kernpartien je 2 Reservekerne, während bei *Spirostomum ambiguum* und *Loxophyllum Meleagris* weniger Reservekerne als rosenkranzförmige Kernpartien vorhanden sind. Alle diese Untersuchungen beweisen, dass die von BALBIANI ausgesprochene Gesetzmässigkeit, wenn auch für sehr viele Infusorien zutreffend, doch keine allgemeine Geltung besitzt.

Mit dem Reservekern der Ciliaten homologe Gebilde sind bei den übrigen Repräsentanten der Protisten derzeit nicht bekannt.

Zum Schluss wäre noch der Platz zu erwähnen,

¹ ENGELMANN, Zur Naturgesch. d. Infusionsth. ZWZ. XI. (1862) 307. BÜTSCHLI, a. a. O.

den die Kerngebilde im Leib der Protisten einnehmen. Bei den *Gregarinen*, vielen *Rhizopoden* und *Flagellaten* scheinen die Kerngebilde einfach in das Innere des Protoplasmaleibes eingebettet; dagegen sind dieselben bei den meisten (vielleicht bei allen) Protisten mit gut differenzirtem Ecto- und Entoplasma, so namentlich bei den *Ciliaten*, zahlreichen *Flagellaten*, den *Amoeben* und anderen *Rhizopoden* mit lappenförmigen *Pseudopodien*, (wahrscheinlich auch bei den *Noctilucen*) in jener weniger consistenten Schicht des Ectoplasmas enthalten, welche den Uebergang zum breiartigen Entoplasma bildet. Demgemäss sind die Kerngebilde an die Stelle fixirt und werden durch die Strömungen des Entoplasmas nicht im geringsten beeinflusst. Die obenerwähnte Beobachtung von E. F. SCHULZE, wonach der Kern bei *Polystomella* aus einer Kammer in die andere wandert, steht ganz isolirt da. Hingegen dürfte die von v. SIEBOLD als häufige Erscheinung erwähnte Beobachtung, wonach das ganze Innere des Infusorienleibes den frei schwebenden Kern umkreisen würde,¹ auf einem Irrthum beruhen und wurde von keinem einzigen späteren Forscher bestätigt.

Encystirung.

Der italienische Forscher GUANZATI machte schon im vorigen Jahrhundert von der interessanten Beobachtung Mittheilung,² dass das von ihm als *Proteus* bezeichnete, höchst wahrscheinlich aber mit EHRENBURG's *Amphileptus moniliger* identische Infusionsthier sich durch die staunenswerthe Fähigkeit auszeichnet, sich unter gewissen Umständen zu einer Kugel zu contrahiren und mit einer zarten Cyste zu umgeben, letztere aber nach einer längeren Ruhefrist wieder zu verlassen, ja sogar aus dieser Cyste — gleich den zu jener Zeit besonders durch die SPALLANZANI'schen Versuche berühmt gewordenen Rotorien und Tardigraden — selbst nach einem längeren Austrocknen zu neuem Leben zu erwachen. EHRENBURG hat die Richtigkeit dieser, sowie der auf die Encystirung der Protisten bezüglichen späteren Beobachtungen in Zweifel gezogen, da er sich kein

¹ Op. cit. 20.

² Osservazioni e sperienze intorno ad un prodigioso animaluccio delle infusioni, di LUIGI GUANZATI. C. R. B. Opuscoli scelti sulle scienze e sulle arti. Tom. XIX. Milano. 1796. Vgl. den umfassenden Auszug in ZWZ. VI. (1855) 432—442.

Thier vorstellen konnte, welches in seinem Lebenslauf in den Eizustand zurückkehre, um nach einer Rast von gewisser Dauer gleichsam sich selbst aufs Neue zu gebären; er meinte daher dass das Ganze auf einen unrichtig ausgelegten Häutungsprocess zurückzuführen wäre.¹

Nachdem die GUANZATI'sche Entdeckung ein halbes Jahrhundert vereinzelt dastand, und ihre Richtigkeit von dem competentesten Forscher, nämlich EHRENBERG, bezweifelt wurde, gerieth dieselbe, wie so viele andere gründliche ältere Daten, rasch in Vergessenheit; erst im Jahre 1845 machte v. SIEBOLD von einer ähnlichen Beobachtung bei *Euglena viridis* Mittheilung. Nach ihm würden die kugelig contrahirten *Euglenen* keineswegs — wie EHRENBERG meinte — absterben, vielmehr sich mit einer durchsichtigen Cyste umgeben, gleichsam einpuppen,² und FOCKE, PERTY, STEIN, COHN und viele andere Forscher beeilten sich die Richtigkeit dieser Beobachtung zu bestätigen.

Auf dieselbe Zeit fällt es, dass KÖLLIKER die Aufmerksamkeit der Forscher auf die *Gregarinen* als einzellige Organismen hinlenkte, und dass FRANTIUS bereits im Jahre 1846 die Vermuthung aussprach, dass die in Gesellschaft der *Gregarinen* vorkommenden, sogenannte *Pseudonavicellen* enthaltenden kugeligen Cysten dem Entwicklungskreis der *Gregarinen* angehören.³ Bald darauf wies STEIN nach, dass die *Gregarinen* sich auf einer gewissen Entwicklungsstufe kugelig contrahiren und paarweise conjugirt eine durchsichtige Cyste absondern;⁴ aus den Untersuchungen von KÖLLIKER, BRUCH, LEYDIG, LIEBERKÜHN, LEUCKART und anderer Forscher ist heute als gewiss bekannt, dass sich die *Gregarinen* zur Fortpflanzung in der That encystiren, und zwar nicht immer zu zweien, sondern sehr häufig auch einzeln.

STEIN, der durch seine an den *Gregarinen* gemachten Entdeckungen dem Studium der Infusorien zugeführt wurde, entdeckte gleich zu Beginn seiner Untersuchungen auch an den *Vorticellinen* die Fähigkeit, sich kugelig contrahirt und — den *Gregarinen*

gleich, aber einzeln — einzukapseln.¹ In einem durch *Vorticella microstoma* massenhaft bevölkerten Wasser fand STEIN an der Oberfläche und am Boden grössere und kleinere, von einer doppeltcontourirten homogenen durchsichtigen, elastischen Membran eingeschlossene Kugeln von verschiedener Grösse; der innerhalb dieser Kapseln sichtbare Kern und das wenigstens eine Zeit lang noch persistirende Cilienkleid, ferner der Zusammenhang einzelner Cysten mit Stielen, liessen mit einer jeden Zweifel ausschliessenden Bestimmtheit folgern, dass die Cysten wirklich den *Vorticellen* angehören. Die von STEIN selbst in den letzten 30 Jahren veröffentlichten epochalen Werke, ferner die Arbeiten von COHN,² AUERBACH,³ CIENKOWSKI,⁴ CLAPARÈDE und LACHMANN, sowie zahlreicher neuerer Forscher haben mit unzähligen Daten bewiesen, dass die Encystirung sowohl bei *Ciliaten*, als bei *Flagellaten* zu den charakteristischen Eigenschaften gehört. Trotzdem scheint es aber, als ob die Encystirung sich nicht auf alle Infusorien erstreckte: so wurde z. B. *Paramecium Auelia* und *P. Bursaria*, obschon zu den gewöhnlichsten Infusorien gehörig, noch nie in encystirtem Zustand gefunden.

Auch bei den übrigen Gruppen der Protisten wurde die Encystirung beobachtet. So hat AUERBACH von den *Amorben* nachgewiesen, dass dieselben sich mehrere Generationen hindurch mittelst Theilung fortpflanzen, um schliesslich auszuruhen und kugelig contrahirt sich einzukapseln.⁵ GREEFF, F. E. SCHULZE, HERTWIG, LESSER, HAECKEL und CIENKOWSKI, sowie mehrere neuere Forscher machten dieselbe Beobachtung an zahlreichen *Rhizopoden* und *Moneren*, mit strahlen und lappenförmigen Pseudopodien. Unter den Rhizopoden sind überhaupt nur die *Polythalamien* und *Radiolarien* in encystirtem Zustand noch nicht bekannt. Vielleicht macht

¹ Monatsber. der Berliner Akad. vom 18. Dezember. 1851. Vgl. ZWZ. IV. (1853) 258.

² Vergl. Anat. S. 25.

³ Observationes quædam de Gregarinis. Vratislaviæ. 1846.

⁴ Ueber die Natur der Gregarinen. AAP. 1848.

¹ Untersuchungen über die Entwicklung der Infusorien AAP. 1849. Ferner: Neuere Beiträge zur Kenntniss der Entwicklungsgeschichte und des feineren Baues der Infusionsthier. ZWZ. III. (1852) 475.

² Ueber den Encystirungsprocess der Infusorien. ZWZ. IV. (1853) 253. Ferner: Ueber Encystirung von Amphileptus Fasciola. ZWZ. V. (1854) 434.

³ Ueber Encystirung von Oxytricha Pellionella. ZWZ. V. (1854) 430.

⁴ Ueber Cystenbild. der Infusorien. ZWZ. VI. (1855) 301.

⁵ Ueber die Einzelligkeit der Amöben. ZWZ. VII. (1855) 365.

bei den ersteren die den Protoplasmaleib bedeckende Schale, bei letzteren aber die extracapsuläre Sarcod bedeckende gelatinöse Hülle die Entwicklung einer eigenen Cyste während des Ruhezustandes überflüssig.

Bei den *Cilioflagellaten* wurden die Cysten von CLAPARÈDE und LACHMANN,¹ bei den *Noctiluca* von CIENKOWSKI,² bei den so zweifelhaften *Labyrinthulæ* vom demselben,³ und bei den *Catallacten* von HAECKEL⁴ beschrieben.

Nach alledem gestattet der heutige Stand unserer Kenntnisse den bestimmten Ausspruch, dass die Fähigkeit der Encystirung bei den Protisten allgemein verbreitet ist, ferner dass die im encystirten Zustand noch nicht bekannten Ausnahmen — falls man die *Polythalamien* und *Radiolarien* unberücksichtigt lässt — ein relativ unbedeutendes Bruchtheil bilden.

Substanz und Structur der Cysten der Protisten wechseln innerhalb ziemlich weiter Grenzen. Da die Cysten — ähnlich der Zellmembran — auf der ganzen Körperoberfläche in flüssigem Zustand abgesondert werden, so muss ihre Substanz anfangs selbstverständlich flüssig, schleimig oder gelatinös sein, und in manchen Fällen, z. B. bei zahlreichen chlorophyllhaltigen *Flagellaten* behält sie bleibend diese Consistenz, und verdichtet sich höchstens beim Eintrocknen zu einer harten, schalenartigen Substanz, gerade so wie bei den von ihnen untrennbaren *Palmellaceen*. Dagegen verdichtet sich bei den animalischen Protisten die abgesonderte Substanz gewöhnlich schon binnen sehr kurzer Zeit zu einer Membran, welche je nach der abgesonderten Menge von verschiedener Dicke, meist homogen, seltener — wie z. B. bei vielen *Gregarinen* — concentrisch geschichtet, bald elastisch biegsam bleibt, bald wieder allmählig so sehr erstarrt, dass sie beim Druck wie sprödes Glas zersplittert. Die Oberfläche der Cysten ist in den meisten Fällen glatt, bei manchen Protisten aber, ähnlich wie bei gewissen Algen- und Pilzsporen oder gewissen Eiern, mit verschiedenen Skulpturen verziert. So ist z. B. bei gewissen

Flagellaten die Cyste mit hervorstehenden Kügelchen besetzt; bei *Nassula ambigua* sind die Cysten nach STEIN in meridional verlaufenden Linien fein gesprengelt;¹ stärkere Vergrößerung lässt kleine wasserklare, kugelige Vorsprünge erkennen, welche die Cyste als meridional verlaufende Perlschnüre umgürten und denselben ein recht zierliches Aeussere verleihen. Auf den tonnenförmigen Cysten von *Epistylis bronchyophila* erheben sich in regelmässigen Abständen acht meridionale Kämme, während die dazwischen gelegenen Felder mit zarten Querstreifen bedeckt sind.² Die rundlichen, plan-convexen, semmelförmigen Cysten von *Euplotes Charon* sind nach STEIN auf der convexen Seite mit 6 bis 7 in sehr zierliche Querfalten gelegten Kämmen verziert;³ *Stylonychia Mytilus* hat eine kugelige Cyste mit regelmässig angeordneten oberflächlichen bogenförmigen Falten;⁴ die Cyste der *Stylonychia Histrio* trägt, wie eine Eichengalle, massive Vorsprünge. Auch bei den *Rhizopoden* sind die Cysten häufig mit Skulpturen verziert, so ist z. B. die von *Euglypha alveolata* nach O. HERTWIG und LESSER aus hexagonalen Feldern zusammengesetzt;⁵ ich selbst fand die linsenförmigen Cysten der *Chlathrulina elegans* mit drei Reihen mächtiger randständiger Stacheln bewaffnet.

Es muss hervorgehoben werden, dass bei zahlreichen Protisten dünn- und dickwandige Cysten mit glatter und mit durch Skulpturen verzierter Oberfläche beobachtet wurden; so sind z. B. bei *Podophrya fixa* ausser der glatten structurlosen Cyste auch solche mit 4—5 ringförmigen Kämmen bekannt, welche von WEISSE unter dem Namen *Oracula* als besondere *Acinetinen* beschrieben wurden.

Von manchen Protisten werden nach einander 2—3 Cysten abgesondert, wovon die äusseren meist dünn und structurlos sind, während die an den contrahirten Leib sich anschmiegende innere Cyste dicker und häufig mit Skulpturen verziert ist; dies ist z. B. von einigen *Flagellaten* und *Rhizopoden* bekannt.

In der Regel sind die Cysten ganz wasserklar

¹ III. 69.

² Ueber Schwärmerbildung bei *Noctiluca miliaris* AMA. (VII) 1871.

³ Ueber den Bau und die Entwicklung der Labyrinthulæ AMA. (1867) 274.

⁴ Studien über Moneren und andere Protisten. Leipzig, 1870. 141.

¹ Die Infusionsthiere auf ihre Entwicklungsgesch. unters. 249.

² STEIN, op. cit. 125.

³ I. 139.

⁴ STEIN, op. cit. 150.

⁵ Ueber Rhizopoden und denselben nahe stehende Organismen. AMA. X. Suppl. (1874) 128.

und farblos; die zu längerer Ruhe bestimmten, häufig auch durch Dicke und Skulptur ausgezeichneten Cysten hingegen pflegen sich nicht selten zu bräunen.

Die Form der Kapsel ist am häufigsten nahezu kugelig; jedoch sind auch ei-, linsen-, semmel-, birn-, spindel- und sichelförmige, so wie auch mit einem mehr-weniger langen Stiel versehene Cysten bekannt. Kurz der Form und Structur nach sind die Cysten Sporen oder Eiern sehr ähnlich und können mit diesen auch umso leichter verwechselt werden, da bei der Encystirung die charakteristische Bewimperung, die Geisseln und meist auch die pulsirende Vacuole gänzlich verschwinden.

Präformirte Oeffnungen kommen an den Cysten der Protisten selten vor; beim Ausschwärmen zerplatzt die Cyste entweder ganz unregelmässig, oder sie berstet an einer Stelle, welche sich allsobald zu einer kreisförmigen Oeffnung erweitert, durch welche sich der Protist, wie eine Schwärmspore, hindurchzwängt. Cysten mit stabiler Oeffnung fand STEIN bei *Stentor polymorphus* und *St. coerules*;¹ diese Infusorien haben dicke, geschichtete, birnförmige Cysten, welche am verjüngten Pol mit einer weiten Oeffnung klaffen; letztere ist während der Ruhefrist mit einem linsenförmigen Pfropf von gallertiger Consistenz verschlossen. Eine ganz der Mykropyle gewisser Eier ähnliche Oeffnung trägt nach HAECKEL die dicke Cyste der *Magosphaera Planula*.²

Ich kann an dieser Stelle nicht unerwähnt lassen, dass manche schalenbewohnende Rhizopoden häufig nicht vollständige Cysten absondern, vielmehr sich damit begnügen, wie Schnecken beim Antritt des Winterschlafs, blos die Mündung ihrer Schale mit einem Deckel zu verschliessen; ich fand dies namentlich bei den unter Mooskissen in ungeheuren Mengen lebenden *Euglyphen*, *Trinemmen* und *Cyphoderien*. Die in der Erde lebenden *Amoeben* pflegen sich bei eintretender Dürre einfach zu contrahiren, wobei eine besondere Cyste durch die bedeutend consistenter werdende Corticalschicht ersetzt wird.³ Es giebt auch *Ciliaten*, welche sich beim Austrocknen blos kugelig contrahiren, und wie *Rotatorien*, *Tardigraden* und *Anguilluliden* durch die dicke

Cuticula geschützt werden; ich sah dies bei der unter den Mooskissen der Dachschindeln zu Klausenburg häufigen *Opercularia arenicola* R. GREEFF.

Was die chemische Zusammensetzung der Cysten betrifft, ist so viel bekannt, dass derbere Cysten der Einwirkung von Lösungsmitteln, Säuren sowohl als Alkalien, anhaltend widerstehen, ferner dass sie bei den nach Art der Pflanzen sich nährenden grünen *Flagellaten* aus Cellulose, bei den Protisten mit animalischer Nahrungsweise hingegen aus Chitin oder einer verwandten Substanz bestehen. Nur selten enthält die Substanz der Cysten Kieselsäure, wie z. B. die hyalinen Cysten gewisser *Heliozoen* und *Euglyphen*. Die bei grünen *Flagellaten* häufigen gallertigen Kapseln sind offenbar von den die Ruhezellen der Palmellaceen einschliessenden gelatinösen Kapseln auch hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung nicht verschieden.

Nachdem die Encystirung der Protisten auf der Fähigkeit des Protoplasmaleibes beruht, an der freien Oberfläche eine zu einer Membran oder Schale erstarrende schleimige Substanz abzusondern, so konnten die Cysten von COHN¹ wohl mit Recht als morphologisch mit der die Protisten bedeckenden Cuticula, den Panzern und Schalen für gleichwerthig erklärt werden.

Die physiologische Bedeutung der Encystirung scheint, obschon in erhöhtem Maasse, doch nur dasselbe zu bezwecken, was die Cuticula, die Panzer und Schalen: die Protisten schützen sich nämlich gegen die von der Aussenwelt drohenden schädlichen Einflüsse durch Encystirung. Im Allgemeinen sind die Protisten Bewohner der Gewässer, und selbst jene, welche gewöhnlich im lockeren humusreichen Boden, unter Mooskissen, zwischen Flechten der Baumrinde und an anderen ähnlichen Orten leben, werden nur dann in voller Lebensthätigkeit angetroffen, wenn ihr Aufenthaltsort durch Regengüsse reichlich benetzt oder gar überschwemmt wird; auch die im Inneren von Thieren lebenden Protisten werden blos in den saftreichen Körperhöhlen ihrer Wirthe angetroffen. Hieraus ergibt sich von selbst als nachtheiligster Factor für das Leben der Protisten: der Mangel an nassem Element, und durch die Encystirung sollen die Protisten in erster Reihe gegen diese, nämlich die Gefahr des Austrocknens geschützt werden.

¹ II. 233 und 242.

² Stud. üb. Moneren und andere Protisten. Leipzig. (1870) 142.

³ R. GREEFF, Ueber einige in der Erde lebende Amoeben und andere Rhizopoden. AMA. II. (1866).

¹ Ueber den Encystirungsproc. etc. ZWZ. IV. (1853) 276.

Die in den Vertiefungen des Bodens, in Radgeleisen, Fusstapfen des Viehes, ausgehöhlten Steinen etc. durch angesammeltes Regenwasser gebildeten zeitweiligen Pfützen sind im Sommer der Schauplatz eines sprudelnden Lebens der Protisten und beim beginnenden Austrocknen die geeignetsten und lehrreichsten Fundorte für das Studium der Encystirung; hier ist die ganze winzige Welt bestrebt und beehlt durch Encystirung der Austrocknungsgefahr vorzubeugen, und es ist in der That staunenswerth, wie dieser Prozess, welcher im Leben der Protisten eine so hochwichtige Rolle spielt, zudem auch so häufig beobachtet werden kann, so lange unbekannt bleiben konnte. Ständen uns nicht Erfahrungen aus der Geschichte der Protistologie zu Gebote, so müsste man über das Vorgehen EHRENBURG's staunen, der, nachdem STEIN die Encystirung bei *Vorticella microstoma* so genau beschrieben hatte, diesem Forscher gerade so wie GUANZATI aus dem vorigen Jahrhundert, eine irrthümliche Auslegung vorwarf, ja sogar mit der gänzlich unbegründeten Anklage auftrat: die von den Stielen losgelösten und zu Kugeln contrahirten und «in Häutung begriffenen Vorticellen» mit Rotatorieneiern verwechselt zu haben.¹ Dass die Encystirung thatsächlich in erster Reihe gegen die Gefahr des Austrocknens gerichtet ist, dafür spricht das Ergebniss der diesbezüglich hochwichtigen Versuche von CIENKOWSKI, wonach man im Stande ist die verschiedensten Protisten in wenig Wasser, z. B. im hängenden Tropfen durch langsames und vorsichtiges Verdunsten der Flüssigkeit zur Encystirung gewissermassen zu zwingen.²

Nach der Entdeckung der Encystirung lässt sich die weite, beinahe unbegrenzte Verbreitung der Protisten auf unserer Erde, sowie deren rasches und massenhaftes Auftreten in Pfützen und Infusionen, sehr leicht und auf natürliche Weise erklären und verliert den Nymbus des Geheimnissvollen. Am Grund der ausgetrockneten Pfützen schlummern die encystirten Protisten, welche dieselben ehemals bevölkerten, um beim nächsten Regen ihre Särge zu sprengen und zu neuem Leben zu erwachen, oder um auf Windesflügeln nach einer Luftreise zerstreut zu werden und als echte Kosmopoliten an jedem beliebigen anderen günstigen Ort ihre unterbrochene

Lebersthätigkeit wieder aufzunehmen. Den Cysten der Protisten verleiht ihr unabwiegbar geringes Gewicht Flügel und ihre unendliche Kleinheit macht ihnen jeden verborgenen Winkel zugänglich. Durch Luftströmungen werden dieselben von ihrer Geburtsstätte nach entfernten Gegenden, aus der Tiefe der Thäler auf Bergeskuppen getrieben; wohin nur die Luft eindringen kann, werden auch die irrenden Keime der mikroskopischen Welt mitgeführt und zerstreut. Eine eben so einfache als natürliche Erklärung der *Panspermie* liegt in der Fähigkeit der Encystirung der Protisten.

Indessen werden die Protisten durch die Encystirung nicht bloß gegen das Austrocknen geschützt, sondern viele von ihnen pflegen auch unter anderen Umständen sich einzukapseln.

Bei gewissen Protisten ist nach jedesmaliger Anfüllung mit Nahrung die Absonderung einer zarten Membran zur Regel geworden; in diesem eingekapselten Zustand obliegen dieselben in ungestörter Ruhe der Arbeit der Verdauung, um nachher allein, oder durch Theilung vermehrt die Cysten wieder zu verlassen. Solche *Verdauungscysten* sind z. B. nach den Untersuchungen von CIENKOWSKI bei den, den *Heliozoën* nahe verwandten *Vampyrellen*, und — um nicht mehr Beispiele anzuführen — auch bei dem vom citirten Forscher als *Colpodella pugnax* benannten *Flagellaten* bekannt.¹ Ferner pflegen unter den *Ciliaten* nach COHN *Tracheliu* *Orum*,² nach CLAPARÈDE und LACHMANN sowie nach STEIN auch die, die *Vorticellinen* verheerenden *Amphilepten* den Verdauungsact in dünnwandigen Cysten zu vollziehen; mit ähnlichen Verdauungscysten umgeben sich nach meinen Untersuchungen auch gewisse *Enchelinen*.³

Des Weiteren wurde bei einer grossen Anzahl von Protisten die Beobachtung gemacht, dass dieselben sich, nachdem sie sich durch mehrere Generationen hindurch fortgesetzte Theilung überaus vermehrten, ohne nachweisbaren Grund, nacheinander einkapseln und ihre Cysten erst nach einer längeren, oft mehrere Monate lang dauernden Ruheperiode entweder einzeln, oder in Folge einer innerhalb der Cyste verlaufenen Theilung vermehrt, wieder verlassen; diese massenhaft auftretende Encystirung ge-

¹ Monatsb. d. berl. Akad. vom 18. Dec. 1851. — Vgl. COHN, op. et l. cit.

² Ueber Cystenbildung bei Infusorien ZWZ. VI. (1855) 301.

¹ Beiträge zur Kenntniss der Monaden. AMA. I. (1865). 216. 221.

² Op. cit. 267.

³ Természetrajzi Füzetek, II. (1878) 237.

stattet den Schluss, dass die Nothwendigkeit, nach einem gewissen Generations-Cyclus für längere Zeit auszuruhen, wie bei einzelligen Algen und gewissen Pilzen, so auch bei den Protisten obwaltet.

Im Obigen wurde wiederholt erwähnt, dass die Protisten häufig innerhalb ihrer Cysten in zwei oder mehr Theile zerfallen und vermehrt aus der Muttercyste ausschwärmen. Bei manchen Protisten ist dies nur eine Ausnahme, bei anderen hingegen die Regel, und ihre Vermehrung erfolgt stets innerhalb der Cyste: so produciren die *Gregarinen* ihre zahlreichen winzigen Fortpflanzungskörperchen, die sogenannten *Pseudonavicellen* oder *Psorospermien* ausnahmslos nur im eingekapselten Zustand; viele *Rhizopoden* und *Moneren*, sowie gewisse *Flagellaten*, wie z. B. die *Eugleniden*, dann mehrere *Ciliiflagellaten*, die *Noctilucen* und etliche *Ciliaten*, z. B. die *Amphilep-*

ten sind zur Theilung gleichfalls nur im encystirten Zustand befähigt.

Die Encystirung der Protisten wurde vielfach mit der Verpuppung verglichen, doch ist der Unterschied jedenfalls ein sehr grosser; dagegen ist ein ganz identischer Vorgang bei den niedersten Pflanzen, bei einzelligen Algen und Pilzen bekannt, wo die Sporen nach beendigter freier Beweglichkeit für eine gewisse Ruhefrist und um neue Schwärmer zu bilden, sich gleichfalls einkapseln, und es wird sich wohl auch heute kein Widerspruch erheben gegen die Behauptung COHN's, wonach mit der Entdeckung der Infusorien einerseits und der Schwärmsporen der einzelligen Pflanzen anderseits die zwischen Thier- und Pflanzenreich aufgestellten Unterschiede unhaltbar geworden sind.¹

III. FORTPFLANZUNG UND ENTWICKELUNG.

Aus den früheren Perioden, namentlich aber aus den EHRENBURG- und DUJARDIN'schen Zeiten sind, die Fortpflanzung und Entwicklung der Protisten betreffend, wohl zahlreiche werthvolle Angaben auf die neueste Zeit übergekommen, doch liegt es in der Natur der Sache, dass alle diese Daten wie alle ersten eingehenderen Forschungen überhaupt, blos einen relativen Werth haben konnten. Eine gründlichere Kenntniss des Fortpflanzungs- und Entwicklungsprocesses der Protisten stand, der natürlichen Reihenfolge des Fortschrittes gemäss, nicht eher zu erwarten, bis nicht die abweichenden Ansichten über die Organisation der Protisten durch ohne Voreingenommenheit ausgeführte neuere Forschungen geschlichtet waren, — nicht eher, als bis sich die Zellenlehre zu höherer Vollkommenheit entwickelte und bis der häufig sehr complicirte Fortpflanzungs- und Entwicklungsgang der niederen Thiere und Pflanzen eingehender studirt war. Nachdem aber in allen bezeichneten Richtungen erst durch die Forschungen der neuesten Zeit mehr Licht verbreitet wurde, konnte auch die Kenntniss von der Fortpflanzung und Entwicklung der Protisten erst in der jüngsten Zeit einen lebhafteren Aufschwung nehmen; indem aber einerseits entschieden behauptet werden darf, dass unsere diesbezüglichen Kenntnisse während der jüngsten Zeit mächtige Fortschritte gemacht haben: muss andererseits constatirt werden, dass sich die Lösung

für sehr viele unaufgeklärte Probleme erst von der Zukunft erwarten lässt.

Die Frage von der spontanen Entstehung der Protisten.

Es lässt sich leicht begreifen, dass man in der Kindheit der biologischen Wissenschaften, — wo der Wunderglaube, gleich einem Alp, auch auf den Männern der Wissenschaft lastete, welchem sie sich nicht zu entziehen vermochten, — zu einer Zeit, wo die Ursache aller jener Erscheinungen, welche, wegen Mangelhaftigkeit der Kenntnisse, keine unmittelbare Erklärung zuließen, dem launenhaften Spiel metaphysischer Kräfte zugeschrieben wurde, — das unter gewissen Umständen massenhafte und scheinbar plötzliche Erscheinen der Protisten, so wie von anderen niederen Organismen, durch die Annahme einer elternlosen *spontanen Entstehung* zu erklären suchte. Dieser allgemeinen Auffassung gegenüber hat im vorigen Jahrhundert — wie bereits erwähnt wurde — SPALLANZANI, in dem jetzigen aber EHRENBURG und DUJARDIN gegen die spontane Entstehung der Protisten das Wort ergriffen. EHRENBURG hatte in der That nicht nothwendig diese Hypothese anzunehmen, da nach ihm sämtliche Protisten Hermaphroditen sind, welche sich ausser der Theilung

¹ Op. cit. 278.

durch eine immense Anzahl von winzigen Eiern fortpflanzen, welche fortgeführt durch Wasser und Luft das Leben der unsichtbaren Welt überall hin verpflanzen; DUJARDIN aber, der die Existenz der Eier in Zweifel zog, hatte auch nicht nothwendig seine Zuflucht zur Hypothese der spontanen Entstehung zu nehmen, da er mit SPALLANZANI geneigt war *präorganisirte Körperchen* (*corpuscules pré-organisés*), das heisst Keime bei den Protisten anzunehmen.¹ In neuester Zeit endlich, nachdem die Encystirung und Sporenbildung der Protisten entdeckt wurde, anderseits aber die spontane Entstehung durch die Erforschung der complicirten Entwicklung parasitischer Thiere und Pilze auch auf diesem Gebiete, auf welchem man an ihrer Existenz so lange fest zu halten glaubte, endgiltig verworfen wurde, wurde die Hypothese der spontanen Entstehung vom grössten Theil der competenten Forscher gänzlich aufgegeben und zur Erklärung des räthselhaften Erscheinens der Protisten auf die Zerstreuung ihrer Cysten und Sporen durch die Luft verwiesen.

Dieser Auffassung gegenüber zählt aber die spontane Entstehung der niedersten Protisten auch hoch angesehene Männer der Wissenschaft (NAEGELI, POUCHET, OWEN, SCHAFFHAUSEN, HAECKEL, KARSTEN) zu ihren Vertheidigern, und das Experimentiren auf diesem Gebiet steht zum Theil auch heute noch auf der Tagesordnung.

Indem ich hier die Frage um die spontane Entstehung der Protisten berühre, sei vor Allem bemerkt, dass ausser dem Collectivbegriff der spontanen Entstehung (*Generatio spontanea*, *aequivoca*, *originaria*, *primaria* etc.) wesentlich verschiedene Arten der hypothetischen elternlosen Erzeugung zusammengefasst werden: nämlich die eigentliche spontane Entstehung, gewissermassen ein Selbsterzeugen (*sit venia verbo!*) aus anorganischen Verbindungen, welche von HAECKEL als *Autogonie*,² von MILNE-EDWARDS als *Génération agénétique*³ bezeichnet wird, — ferner die Entstehung niederster Wesen aus abgestorbener, in Zersetzung begriffener, oder noch lebender organischer Substanz, welche MILNE-EDWARDS — welcher die Entstehung aus abgestorbener und lebender organischer Substanz unterscheidet — als *Nécrogénie* und *Xénogénie*,⁴ viele Autoren als

Heterogénie, HAECKEL aber als *Plasmogonie* bezeichnet.¹

Vom allgemeinen naturphilosophischen Standpunkte ist die Frage der Autogonie ohne Zweifel eine der wichtigsten Fundamentalfragen der Biologie. Dass die ersten Organismen, welche mit unseren niedersten Protisten übereinstimmen dürften, aus anorganischen Verbindungen hervorgehen mussten, darüber herrscht wohl unter den heutigen Biologen keine Meinungsverschiedenheit, und was das Wesen der Sache anlangt, ist es ganz gleichgiltig, ob wir uns unsere Erde, oder aber — nach der Hypothese von THOMSON — irgend einen anderen Planeten als Schauplatz der Autogonie vorstellen. Dass die Autogonie einst stattfinden musste, das sagt uns der nach den Ursachen der Dinge forschende Verstand; dies handgreiflich zu beweisen wird aber natürlich nie gelingen. — Eine andere Frage, welche nicht absolut unlösbar scheint, ist die: ob durch Autogonie auch jetzt noch Organismen entstehen? HAECKEL hält dies für seine *Moneren* für wahrscheinlich; er nimmt an, dass sich die *Moneren* aus Lösungen, welche die Bestandtheile der lebenden Substanz enthalten, auf dieselbe Weise gleichsam ausscheiden, wie die Krysalle aus der Mutterlauge: das heisst auf dieselbe Weise, wie sich die Begründer der Zellentheorie die Entstehung der Zellen vorstellten; allein dies ist nur eine Hypothese, welche durch keinerlei directe Beobachtungen gestützt wird. Alldas, was wir über die Autogonie durch Experimente wissen, besteht darin, dass es bis jetzt noch Niemandem gelungen ist aus Lösungen anorganischer Verbindungen etwas Lebendes zu entwickeln. Durch die erreichten negativen Ergebnisse wird zwar die Möglichkeit einer auch jetzt noch thätigen Autogonie wohl nicht gänzlich ausgeschlossen, aber doch jedenfalls recht unwahrscheinlich gemacht.

Alljene Experimente aber, welche seit SPALLANZANI bis PASTEUR und bis zum heutigen Tage zur Lösung der Frage der Urzeugung angestellt wurden, berühren nur nebenbei die Autogonie, und drehen sich eigentlich um die Plasmogonie, das heisst um die Frage: ob in Infusionen organischer Körper, das heisst, ob sich Organismen durch Urzeugung aus bereits existirender organischer Substanz entwickeln können?

Alldas aber, was diese meist mit sehr scharfsinnig construirten Apparaten und mit gewissenhaftester

¹ Infusoires, 101.

² Gener. Morphologie, I. 179.

³ Leçons sur la Physiologie etc., VIII. 251.

⁴ Op. c. 252.

Controle ausgeführten Experimente beweisen, lässt sich in folgende Punkte zusammenfassen:

1. In Infusionen, welche längere Zeit hindurch einer Temperatur von 100° C. ausgesetzt, dann aber luftdicht verschlossen wurden, entwickeln sich keine Protisten, während sie sich in Infusionen, zu welchen die nicht gereinigte, nicht sterilisirte atmosphärische Luft freien Zutritt hat, in kurzer Zeit einstellen.

2. Wird die Luft einer durch Siedhitze bereits sterilisirten Infusion durch glühende Röhren, durch concentrirte Säuren, oder durch Baumwolle filtrirt hinzugeführt, so bleibt die Infusion ebenso unbelebt, wie wenn sie luftdicht verschlossen wäre.

3. Demnach müssen die Keime, welche die Infusionen beleben, unbedingt in der atmosphärischen Luft schweben; durch das Verfahren von PASTEUR, welches darin besteht, dass die Luft durch Schiessbaumwolle filtrirt und letztere dann in Aether gelöst wird, können diese in der Luft schwebenden Keime auch leicht demonstriert werden.

4. In Anbetracht der zahlreichen übereinstimmenden Ergebnisse, zu welchen verschiedene ganz verlässliche Forscher durch Anwendung verschiedener Methoden gelangten, kann es keinem Zweifel unterliegen, dass jene Ausnahmefälle, in welchen sich Protisten in aufgekochten und mit sterilisirter Luft versehenen Infusionen dennoch entwickelten, auf irgend einen Fehler, welcher sich in das Experiment einschlich, zurückzuführen sind; entweder war das Gefäss nicht gehörig gereinigt, oder luftdicht verschlossen, oder aber die Infusion war nicht genügend lange der Siedhitze ausgesetzt.

5. Für trockene Substanzen genügt es nicht dieselben einer Temperatur von 100° C. auszusetzen, da nach den Untersuchungen von DOYÈRE und Anderen ausgetrocknete Sporen, Keime und Cysten erst bei einer Temperatur von 120 — 140° C. ihre Entwicklungsfähigkeit einbüßen.

Was wird aber durch alle diese Forschungsergebnisse bewiesen, — wird die Existenz der Plasmogonie durch dieselben endgiltig widerlegt? — Durchaus nicht; denn alle diese Experimente beweisen nur, dass die winzigen Keime, welche sich überallhin Eingang verschaffen und mithin auch in den Infusionen enthalten sein müssen, sich, nachdem man sie getödtet hat, nicht wieder beleben; ferner beweisen sie, dass die organische Substanz selbst, nachdem sie einer das Leben vernichtenden hohen Temperatur ausgesetzt wurde, nicht wieder belebt: das heisst,

kurz gesagt soviel, dass die organische Substanz nachdem sie einmal todt ist, sich selbst überlassen auch todt bleibt. An und für sich ist zwar dieses Ergebniss wichtig genug, aber durchaus nicht genügend; wichtig ist es, weil es die Existenz jener hypothetischen Art der Urzeugung ausschliesst, nach welcher sich niederste Wesen aus Substanztheilchen abgestorbener Organismen herانبilden sollen, das heisst, es schliesst die Necrogenie aus; ungenügend aber ist es, weil es nicht zugleich auch die Xenogenie ausschliesst. Denn nach allen diesen Experimenten könnte man noch immerhin auf die Möglichkeit denken, dass unter Umständen, welche für das Leben des ganzen Organismus zwar ungünstig, aber nicht unbedingt tödtlich sind, Theilchen der organischen Substanz sich zu Keimen von niedersten Wesen organisiren!

Es ist einleuchtend, dass dem Nachweis einer in diesem Sinne genommenen Urzeugung unüberwindliche Schwierigkeiten den Weg absperren; denn einerseits kennen wir kein, Verfahren ja können uns auch kaum eines vorstellen, welches die aus der Aussenwelt eingedrungenen Keime abtödtet würde, ohne dass zugleich nicht auch jene hypothetischen Theilchen, welche sich zu Keimen organisiren sollen, zu Grunde gingen; anderseits aber kann die Möglichkeit, ja Wahrscheinlichkeit dessen nicht ausgeschlossen werden, dass die sich scheinbar aus der absterbenden organischen Substanz herانبildenden Keime, wie z. B. die kleinsten Micrococcen oder jene winzigen Sporen, welche auf der Grenze des mikroskopischen Sehens stehen, und aus welchen sich nach einigen Forschern die Monaden entwickeln, nicht schon früher in unsichtbarer Kleinheit in der lebenden organischen Substanz vorhanden waren, um unter für sie günstigen Verhältnissen zu wahrnehmbarer Grösse heranzuwachsen. Auf gleiche Schwierigkeiten stösst aber auch die endgiltige Widerlegung der Xenogenie, und es lässt sich lediglich nur nach Analogien, welche sich auf die Kenntniss der Entwicklung höherer Organismen stützen, behaupten, dass die Existenz der Xenogenie auf dem Standpunkt unserer heutigen Kenntnisse nicht wahrscheinlich ist.

1. Gregarinen und denselben verwandte Organismen.

Bereits im Jahre 1835 wurden von HENLE in den Geschlechtsorganen der Regenwürmer eigenthümliche Cysten und in diesen ganz an die Naviculen erinnernde

mit harten Schalen versehene spindelförmige Körperchen entdeckt,¹ welche von HOFFMEISTER² für echte Naviculen gehalten wurden. Vier Jahre später wurden ähnliche Cysten von v. SIEBOLD in der Gesellschaft der *Gregarina caudata* im Darmkanal einer Fliegenlarve, der *Sciara nitidicollis* gefunden und mit Vorbehalt für möglich erklärt, dass die von ihm als *Navicellen* bezeichneten naviculaförmigen Körperchen mit den in den von HENLE entdeckten Cysten gefundenen Körperchen identisch sind, und dem Entwicklungskreis der Gregarinen angehören.³ Durch wiederholte Untersuchungen ist es auch HENLE gelungen, die im Geschlechtsorgan der Regenwürmer mit den Naviculakapseln beisammen lebenden Gregarinen (Monocystiden) zu entdecken, in Folge dessen er sich der Ansicht von v. SIEBOLD anschloss, wonach die von MECKEL für in Entwicklung begriffene Regenwurmeier gehaltenen⁴ Navicellencysten mit der Fortpflanzung der Gregarinen im Zusammenhang stehen.⁵ Sowohl v. SIEBOLD, als auch FRANTZIUS, der in verschiedenen Insecten acht Arten von Gregarinen, sowie auch die Navicellen enthaltenden Cysten beobachtete,⁶ haben die KÖLLIKER'sche Ansicht von der Vermehrung der Gregarinen durch Theilung⁷ verworfen.

Ueber diese Beobachtungen konnte STEIN verfügen, als er in seiner für die Kenntniss der Gregarinen grundlegenden Arbeit,⁸ gestützt auf sehr eingehende Studien, nachwies, dass die *Navicellen*, *Pseudonavicellen*, oder — wie sie auch seither genannt werden, seitdem von LEYDIG,⁹ dann auch von LIEBERKÜHN¹⁰ darauf war hingewiesen worden, dass es mit den von JOHANNES MÜLLER im Jahre 1841 entdeckten, sogenannten *Psorospermien* gleichwerthige Gebilde sind, — die *Psorospermien* in der That nichts weiter, als

Fortpflanzungskörperchen der Gregarinen d. h. deren Sporen sind. Zur selben Auffassung wurde durch fortgesetzte Studien auch KÖLLIKER¹ geleitet. Durch die Untersuchungen von BRUCH,² LIEBERKÜHN,³ EDUARD VAN BENEDEN,⁴ AIMÉ SCHNEIDER⁵ und BÜTSCHLI⁶ gewann endlich die Lehre von der Fortpflanzung der Gregarinen durch Sporen vollkommen feste Grundlagen.⁷

Die zur Fortpflanzung sich anschickenden Gregarinen pflegen sich einzeln oder zu Zweien, ausnahmsweise auch zu Dreien conjugirt zu Kugeln zu contrahiren und behufs Sporenbildung sich einzukapseln. Die Untersuchungen von STEIN führten zur Ansicht, dass der Sporenbildung ohne Ausnahme eine Conjugation und hierauf folgend Copulation vorangeht; die Untersuchungen anderer Forscher haben jedoch die Richtigkeit dieser Auffassung nicht bestätigt; die Conjugation ist zwar eine häufige Erscheinung, es ist aber auch die Encystirung einzelner Individuen nicht seltener, ja nach SCHNEIDER soll sogar der Conjugation nicht in jedem Fall eine Copulation folgen, sondern die conjugirten Paare können sich gesondert encystiren, wodurch eine zweikammerige Cyste zu Stande kommt (*Pseudoconjugation*). Nach SCHNEIDER vereinigen sich die conjugirten Paare stets mit dem vorderen Körperende, worauf sie sich contrahiren und mit der ganzen Länge an einander schmiegen, um schliesslich zu verschmelzen. Nach den Untersuchungen von STEIN gilt das aber nicht als allgemeine Regel; nach diesem Forscher nimmt die Conjugation mit einer, bei manchen Gregarinen am vorderen, bei anderen am hinteren oder endlich an den entge-

¹ Ueber die Gattung *Branchiobdella* AAP. (1835) 592.

² MECKEL op. cit. 481.

³ Beiträge zur Naturgeschichte wirbelloser Thiere. Danzig, 1839. 63. Cfr. STEIN's unten citirte Abhandlung, 198.

⁴ Ueber den Geschlechtsapparat einiger hermaphroditischer Thiere. AAP. (1844) 482.

⁵ Ueber die Gattung *Gregarina*. AAP. (1845) 373.

⁶ Observationes quædam de Gregarinis. Berolini. 1846. Cfr. LIEBERKÜHN's unten citirtes Werk, S. 5.

⁷ Die Lehre von der thierischen Zelle und den einfachen thierischen Formelementen, nach neuesten Fortschritten dargestellt. Zeitschr. f. wiss. Botanik. II. H. Zürich. (1845) 97.

⁸ Ueber die Natur der Gregarinen. AAP. (1848) 182—223.

⁹ Ueber *Psorospermien* und Gregarinen. AAP. (1851) 221.

¹⁰ Évolution des Gregarines. Bull. de l'Acad. royal de Belgique. T. XXVI. 1855.

¹ Beiträge zur Kenntniss niederer Thiere. ZWZ. I. (1848) 25. Ferner: *Icones histiologicae*. I. Abth. Leipzig. 1864. S. 8.

² Einige Bemerkungen über die Gregarinen. ZWZ. II. (1850) 110.

³ Vgl. ausser dem cit. Werke: Ueber die *Psorospermien*. AAP. (1854) 1. und 349; Beitrag zur Kenntniss der Gregarinen. AAP. (1865) 508.

⁴ Recherches sur l'évolution des Grégarines. Bull. de l'Acad. roy. de Belgique. 2. sér. T. 31. Bruxelles. (1871) 325.

⁵ Contributions à l'histoire des Grégarines. Arch. de zoolog. expériment. T. IV. 493. Vgl. LEUCKART, Bericht, AN. 42. Jahrg. II. (1876) 599.

⁶ Kleine Beiträge zur Kenntniss der Gregarinen. ZWZ. XXXV. (1881) 384.

⁷ Auf Grund ihrer Fortpflanzung durch Sporen werden die Gregarinen von LEUCKART neuestens als *Sporozoa* bezeichnet (*Die Parasiten des Menschen*. Zweite Aufl. I. Bd. Leipzig. [1879.] 274.)

gengesetzten Körperenden stattfindenden Vereinigung ihren Anfang; das Vorkommen letzterer Art von Conjugation bei der im Darm der Larven von *Tenebrio Molitor* lebenden *Gregarina polymorpha* wurde neuestens auch durch BÜTSCHLI¹ bestätigt. Die einzeln oder paarweise zu Kugeln contrahirten und schliesslich verschmelzenden Gregarinen scheiden eine doppelte Hülle aus: eine äussere gallertige und, unter dieser, eine gewöhnlich geschichtete, festere Hülle. Nach VAN BENEDEN können sich einige encystirte Gregarinen, wie z. B. die im Darm von *Hommarus* lebende *Gregarina gigantea* durch Theilung vermehren, wodurch in eine gallertige Grundsubstanz eingebettete Gruppen von Cysten zu Stande kommen, welche ganz an die Knorpelkapseln erinnern; aus dieser Fähigkeit der Vermehrung der Cysten ist es zu erklären, dass die Cysten häufig viel kleiner sind als die Gregarinen selbst.² Solche in eine gemeinsame gallertige Grundsubstanz gebettete Gregarinenencysten wurden auch von MAC INTOSH in *Borlasia octoculata* beobachtet.³

Zur Sporenbildung wird der Cysteninhalte nie ganz aufgebraucht; ein Theil des grobgranulirten Plasmas participirt constant nicht an der Sporenbildung, sondern bleibt als grössere oder kleinere Masse zurück.

Ueber die Entwicklung der Spore selbst ist aus den älteren Untersuchungen STEIN's und LIEBERKÜHN's, namentlich aber aus den neueren von SCHNEIDER und BÜTSCHLI Folgendes bekannt.

Vor allem ist es sehr wichtig zu wissen, welchen Veränderungen der Kern der encystirten Gregarine oder der conjugirten Paare unterliegt. Diesbezüglich stehen blos die fragmentarischen Beobachtungen von BÜTSCHLI zur Verfügung. In sehr jungen Cysten der conjugirten Paare von *Gregarina polymorpha* fand genannter Forscher die Kerne beider Individuen wesentlich verkleinert, ferner konnte er eine äusserst feine Kernmembran und eine gleichmässig fein granulirte Kernsubstanz unterscheiden; von den respectablen Nucleolen der gewöhnlichen Kerne war keine Spur mehr vorhanden.⁴ Derselbe Forscher beobachtete in der körnchenlosen Corticalsubstanz des In-

haltes einer etwas älteren Cyste, welche noch keine Sporen enthielt, zahlreiche kleine Kerne, welche schwerlich selbständig in der Corticalsubstanz entstanden sein, sondern wahrscheinlich von den Kernen der copulirten Paare abstammen mochten. Vollständiger, als diese lückenhaften Angaben über den Kern der encystirten Gregarinen ist uns, besonders nach den Untersuchungen von SCHNEIDER und BÜTSCHLI die Entwicklung der Sporen selbst bekannt, welche ihre Entstehung einem auf der ganzen Oberfläche gleichzeitig beginnenden Sprossungsprocess verdanken. Die jüngsten Sporen gleichen einkernigen, beinahe gar nicht granulirten, durchsichtigen, membranlosen cylindrischen Epithelzellen, welche den grobgranulirten Inhalt der Cyste auf ähnliche Weise umhüllen, wie die Blastodermzellen den Nahrungsdotter der Insecten. Im Allgemeinen erinnert die ganze Art der Sporenbildung, mit Inbegriff der fragmentarischen Kenntnisse über die Kerne der encystirten Individuen — wie aus dem Gesagten hervorgeht — sehr lebhaft an die Entwicklung des Blastoderms bei den Insecten. Auf diesem frühen Stadium der Entwicklung ziehen sich die Sporen binnen Kurzem aus der oberflächlichen Schicht in das Innere des Cysteninhalts zurück und erreichen hier ihre volle Entwicklung. Die membranlosen kleinen Zellen nehmen allmählig eine Spindelform an, und deren Aehnlichkeit mit den Naviculen wird noch dadurch ergänzt, dass sie an der Oberfläche eine harte, aber keine Kieselsäure enthaltende Kapsel ausscheiden. Im Plasma der Sporen sind wenig, gewöhnlich einseitig angeordnete Körnchen enthalten; der von SCHNEIDER und von BÜTSCHLI nachgewiesene Kern der Sporen ist etwas excentrisch gelegen, von kugeligter Gestalt, von einer deutlich sichtbaren Membran umgeben und der Structur nach mit den primitiven Kernen übereinstimmend.

Bei manchen Gregarinen kommen eigenthümliche Sporengänge zur Entwicklung, welche bereits STEIN kannte, SCHNEIDER und BÜTSCHLI aber eingehender studirten. Diese Sporengänge bilden von der geschichteten inneren Cystenmembran ausgehende Röhren, welche anfangs von der Oberfläche in das Innere der Cyste führen, aus den vollkommen entwickelten Sporen enthaltenden Cysten hingegen nach auswärts gekehrt sind, die Membranen durchdringen und den Sporen als Ausgang dienen. Bei anderen Gregarinen sind Sporengänge nicht vorhanden, und bei diesen werden die Sporen durch Berstung der

¹ Op. cit. S. 381.

² Op. cit. S. 326.

³ On the Gregariniform Parasite of *Borlasia*. Transact. of the roy. microscop. Soc. of London. 1867; cfr. VAN BENEDEN op. und. pag. cit.

⁴ Op. cit. 391.

Cyste ausgestreut. Bei der Sprengung der Cysten kommt auch den zur Sporenbildung nicht verbrauchten granulirten Plasmaresten eine Rolle zu. Die Cyste von *Stylorhynchus* soll nach SCHNEIDER mit einem förmlichen Sprengapparat versehen sein; dieser besteht in einer, aus dem zur Sporenbildung nicht verbrauchten granulirten Plasma sich bildenden Kugel, welche von den Sporen umgeben die Mitte der Kapsel einnimmt, allmählig zu einer Blase anschwillt und, indem sie an Grösse stetig zunimmt, gewissermassen wächst, schliesslich eine Berstung der Kapsel herbeiführt.¹

Während die Thatsache, dass die Naviculen wirkliche Sporen der Gregarinen sind, beim gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse nicht länger bezweifelt werden darf: kann anderseits die Entwicklung der Gregarinen aus Sporen auch heute noch nicht für gänzlich aufgeklärt erachtet werden.

Vor allem ist hervorzuheben, dass die von HENLE, BRUCH, LEYDIG, DIESING² und Anderen mit mehrweniger Bestimmtheit vertretene Ansicht, wonach die Gregarinen in den Entwicklungskreis der Nematoden, namentlich der Filarien (BRUCH, LEYDIG) oder der Echinorhynchen (DIESING) gehörten, durch keine einzige Beobachtung bestätigt wurde; diese Hypothese kann als endgiltig widerlegt betrachtet werden, und es ist ein wahrer Anachronismus, wenn SCHMARDA in seinem allgemein verbreiteten Handbuch³ die Gregarinen noch immer den Nematoden anreihet.

STEIN's Beobachtungen über die Entwicklung von *Gregarina Blattarum* scheinen dafür zu sprechen, dass die Gregarinen bereits vollkommen entwickelt ihre Sporen verlassen. In 14 Tage lang gehungerten Schaben, welche -- wie aus den im Schlundrohre gefundenen Cysten zweifellos hervorgeht -- ihren eigenen, Navicellencysten enthaltenden Koth aufgefressen hatten, fand STEIN junge Gregarinen, kaum grösser als die Sporen, blos $\frac{1}{150}$ ''' lang, welche bereits genau die Organisation der *Gregarina Blattarum* zeigten und sich offenbar aus den Sporen entwickelt hatten.⁴ Solche winzige Gregarinen konnte auch BÜTSCHLI in den Schaben durch Fütterungsversuche

züchten¹; ob aber dieselben, welche, aus der Grösse zu schliessen, die Sporen erst vor Kurzem verlassen haben mochten, wirklich aus den mit den Faeces entleerten und dann wieder aufgefressenen Sporen sich entwickelt, und in welcher Form sie die Sporen verlassen hatten, darüber geben die Untersuchungen von STEIN und von BÜTSCHLI keine Aufklärung; nach den Beobachtungen des letzteren Forschers, ferner nach den weiter unten noch anzuführenden Untersuchungen von SCHNEIDER und VAN BENEDEN zu schliessen, kann aber füglich angenommen werden, dass die ihre Sporen verlassenden Gregarinen die für diese Protisten charakteristische Organisation noch nicht besitzen.

LIEBERKÜHN gibt, gestützt vornehmlich auf Studien über die in Regenwürmern lebenden *Monocystiden*, von der Entwicklung der Gregarinen aus Sporen folgende Schilderung: nach einer gewissen Ruhezeit atrophisirt die harte Schale der Sporen und schwindet zum Schluss gänzlich, wodurch der Anfangs in 4 bis 8 und mehr Partien getheilte und dann wieder zu einer einzigen Kugel verschmolzene Sporenhalt beim Bersten der Cyste in Form einer winzigen Amoebe frei wird. Diese winzigen Amoeben verwandeln sich allmählig zu Gregarinen, und es lassen sich die schönsten Uebergänge, welche von Amoeben zu den Gregarinen führen, antreffen. Indessen ist es höchst wahrscheinlich, dass LIEBERKÜHN bei diesen, wie erwähnt, an den in Regenwürmern schmarotzenden *Monocystiden* angestellten Beobachtungen in den Irrthum verfiel, die in der Leibeshöhle der Regenwürmer schwimmenden amoeboiden Blutzellen für Gregarinenbrut zu halten. Nach den, von BÜTSCHLI in allen Stücken als richtig bestätigten Untersuchungen von SCHNEIDER wird der Sporenhalt der *Monocystiden* nicht als eine einzige Amoebe frei, sondern theilt sich in 4 bis 8 sichelförmige Tochterzellen, welche mit je einem blassen, feinkörnigen, centralen Kern versehen, ziemlich regelmässig meridional angeordnet sind, und den zur Bildung der sichelförmigen Zellen nicht verbrauchten Rest des granulirten Sporenplasmas (*nucléus de reliquat*, SCHNEIDER) einschliessen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die aus den geborstenen Sporenschalen frei gewordenen sichelförmigen Zellen entweder unmittelbar, oder -- wie die weiter unten zu erörternden Coccidien -- nach Ueberstehen eines amoeboiden Zu-

¹ Sur un appareil de dissémination de *Gregarina* et *Stylorhynchus*. CR. T. 80. (1875) 432.

² Sitzungsber. d. kais. Akad. Bd. 48, Wien (1863) 204.

³ Zoologie, I. Bd. Wien. (1871) 314.

⁴ Op. cit. S. 219.

¹ Op. cit. S. 400.

standes sich zu Gregarinen umwandeln. Die Bildung der sichelförmigen Zellen hat SCHNEIDER ausser bei den Monocystiden auch in den Sporen vieler anderer Gregarinen, bei den Uebrigen hingegen niemals beobachtet; bei Letzteren befolgt die Entwicklung wahrscheinlich den, aus den Untersuchungen von EDUARD VAN BENEDEN über *Gregarina gigantea* bekannten Verlauf.

Der genannte Forscher fand¹ mit der im Darm der Hummern lebenden und die kolossale Grösse von 16 mm. erreichenden *Gregarina gigantea* und deren Sporencysten auch sehr kleine, amoebenartig bewegliche, membran- und kernlose Körperchen aus körnigem Protoplasma vergesellschaftet, welche der HAECKEL'schen *Protamoeba agilis* und *P. primitiva* sehr ähnlich sahen. Diese amoeboiden Moneren gehören, laut Zeugniß des weiteren Entwicklungsganges, zur *Gregarina gigantea* und sind offenbar aus den — sichelförmige Körperchen nicht enthaltenden — Sporen der letzteren frei geworden. Zwischen den beweglichen Moneren wurden auch ruhende Individuen angetroffen, von welchen ein kürzerer unbeweglicher und ein längerer wurmartig beweglicher Anhang hervorspross. Letzterer Sprössling schnürte sich nach einer Zeit ab, während der kürzere den Plasmarest aufnahm, bis endlich beide Sprösslinge sich zu bewegen anfangen. In diesem Entwicklungsstadium sehen die jungen Gregarinen in Form und Bewegung winzigen Nematoden sehr ähnlich, und werden deshalb von VAN BENEDEN *Pseudofilarien* genannt. Die Anfangs lebhaften Schlangenbewegungen dieser Pseudofilarien werden allmählig träger, wobei in ihrem Plasmaleib — auf ähnliche Weise, wie bei der Heranbildung von Krystallen aus der Mutterlauge² — ein Kern und diesen umgebend ein heller Hof ausgeschieden wird; allmählig verlieren die Pseudofilarien ihre schlanke Form, sie werden gedrungener, und scheiden an ihrer Oberfläche eine dünne Membran aus, wobei der Uebergang von den Pseudofilarien zur charakteristischen Form und Organisation der Gregarinen Schritt für Schritt verfolgt werden kann. Diese Pseudofilarien haben mit den Gregarinen zusammen wahrscheinlich auch schon andere Forscher angetroffen, und hiedurch wurden sie bewogen, die Gregarinen, wie bereits oben erwähnt, mit den Nematoden in Connex

zu bringen; übrigens sind in Gesellschaft der Gregarinen auch echte Nematoden häufig anzutreffen, wodurch sich die Verwechslung mit jungen Nematoren umsomehr erklärt.

Nach diesen Untersuchungen scheinen die Gregarinen, ihre Entwicklung betreffend, zwei Gruppen zu bilden: bei den Repräsentanten der ersten Gruppe zerfällt der Sporenhalt in sichelförmige Zellen, welche frei geworden sich wahrscheinlich unmittelbar zu Gregarinen umwandeln, während die andere Gruppe durch jene Gregarinen vertreten wird, bei welchen der Sporenhalt eine Zeit lang als amoebenartige Monere fortlebt, welche durch Knospenbildung zwei Pseudofilarien zur Entwicklung bringt, welche sich schliesslich in Gregarinen umwandeln. Die sichelförmigen Zellen und Pseudofilarien können für gleichwerthig angesehen werden.

Nach den Untersuchungen von GABRIEL,¹ welche, wegen dessen Tod, in abgeschlossener und ausführlicher Darstellung nicht veröffentlicht wurden, erhält man von der Entwicklung der Gregarinen ein vom Obigen wesentlich abweichendes und sehr verwickeltes Bild. GABRIEL fand in den Hoden und der Leibesflüssigkeit der Regenwürmer, ferner in mehreren marinen dendrocoelen Turbellarien, Anneliden und Crustaceen eigenthümliche, in den Entwicklungs-, resp. Formenkreis der Gregarinen gehörige Plasmamassen. Diese von ihm *Primitiv-Plasma* genannten Massen sind ganz homogen, nicht granulirt, kernlos, von scheiben-, lamellen- oder spindelförmiger Gestalt und sehr verschiedener Grösse; sie sind bald unbeweglich, bald zeigen sie eine, sowohl von der amoeboiden, als der Flimmer- und Contractionsbewegung verschiedene, am treffendsten noch mit der Zuckung vergleichbare Bewegung. Diese Plasmodien, oder nach GABRIEL: *Synamoeben* gehen aus den Stäbchen der Gregarinensporen (den sichelförmigen Zellen?) durch Verschmelzung hervor und behalten entweder diese sociale Verbindung als endgiltige Plasmodienform constant bei, oder sie zerfallen in einzelne Theile, welche sich zu Gregarinen entwickeln. In anderen Fällen geht die sociale Verbindung der Sporenstäbchen auseinander, und Letztere entwickeln sich mit Umgehung des Amoebezustandes unmittelbar zu

¹ Op. cit.

² Op. cit. 337.

¹ Zur Classification der Gregarinen. Zoolog. Anz. III. (1880) 569. — Ueber primitives Protoplasma. Jahresber. der schles. Gesellsch. f. nat. Cult. 1871. — Cfr. BÜTSCHLI, zoolog. Jahresber. für 1879. Leipzig. (1880) 164.

Gregarinen. Bei der in *Julus* lebenden *Gregarina paradoxa* geht der Sporenbildung nie eine Encystirung voran.¹ Endlich giebt es Gregarinen, welche keine Sporen bilden, sondern sich nach einer, nicht näher beschriebenen, als minder complicirt bezeichneten Weise vermehren. Die fragmentarischen und wegen ihrer Kürze schwer verständlichen Mittheilungen GABRIEL's fussen auf langwierigen, aber leider unvollendet gebliebenen Untersuchungen, und sind jedenfalls beachtenswerth, aber auch weiterer Nachforschungen sehr bedürftig.

Beim heutigen Stand unserer Kenntnisse kann kaum bezweifelt werden, dass die sogenannten *kugligen und ovalen Psorospermien*, oder die *Coccidien*, wie sie neuerlich von LEUCKART² genannt werden, mit den Gregarinen in naher Verwandtschaft stehen. Viel laxer scheint das Verwandtschaftsverhältniss zwischen den Gregarinen und den sogenannten *Fisch-Psorospermien*, sowie den noch immer mysteriösen *Miescher'schen Schläuchen* (*Rainey'schen Körpern*) zu sein; trotzdem scheint es geboten, hier nicht nur die Coccidien, sondern — soweit deren Entwicklung überhaupt bekannt ist — auch die letzteren Gebilde zu erwähnen.

Die *Coccidien*³ schmarotzen im entwickelten Zustand in gewissen Zellen von Wirbelthieren (Mensch, Affe, Fledermaus, Maulwurf, Hund, Kalb, Schaf, Kaninchen, Maus, Ratte, Huhn, Sperling, Frosch, Fische) oder Avertebraten (*Helix*, *Kephalopoden*, *Lithobius forficatus*), am häufigsten in den Epithelzellen des Darmkanals und der Gallengänge, oder in gewissen Drüsenzellen, wobei sie die, gewöhnlich nur einen Parasiten beherbergende Wohnzelle beinahe gänzlich ausfüllen und schliesslich deren Absterben veranlassen; indem sie nun den Wirth gewöhnlich in unzähligen Massen überfallen, können sie tödtlich

endigende Krankheitsprocesse, häufig sogar förmliche Epidemien verursachen, was insbesondere die Untersuchungen von EIMER beweisen. Die in der Kaninchenleber häufig umfangreiche Knoten bildenden Coccidien-Herde wurden von vielen Forschern als tuberculöse oder krebsige Entartung oder andere pathologische Gebilde angesprochen.¹ Die zur vollen Grösse gelangten Coccidien sind kugel- oder eiförmige Zellen, welche in ihrem, wie bei den Gregarinen grobkörnigen Protoplasmaleib einen grossen, hellen, bläschenartigen Kern einschliessen. Indem sie sich zur Vermehrung anschicken, wird innerhalb einer zarten äusseren Membran eine, an einem Ende gewöhnlich von einer mikropyleartigen Oeffnung durchbrochene harte Schale oder Kapsel abgesondert; der Plasmaleib selbst zieht sich von der Kapsel mehr-weniger zurück, wodurch die Coccidien in diesem Entwicklungsstadium ganz wie Eier aussehen und mit den Eiern von parasitischen Würmern auch vielfach verwechselt wurden. Das Plasma der eingekapselten Coccidien theilt sich entweder innerhalb des Wirthes oder nach mehr-weniger langer Rast ausserhalb desselben (in feuchter Erde) in vier oder mehr Theile, aus deren jedem sich eine sichelförmige Zelle entwickelt, welche mit den in den Pseudonavicellen der Gregarinen entwickelten sichelförmigen Zellen vollkommen übereinstimmen und nach den Untersuchungen von BÜTSCHLI im feingranulirten Plasma einen bläschenförmigen Kern enthalten. Die aus den Kapseln frei gewordenen sichelförmigen Zellen führen ziemlich lebhaft Bewegungen aus; bald nähern sich die beiden Enden einander, bald streckt sich der Leib in die Länge; nach BÜTSCHLI lassen sich die Bewegungen am treffendsten mit denen der kriechenden Euglenen vergleichen. Dabei vermögen sie auch ziemlich rasch zu schwimmen; endlich sollen sie, nach EIMER, auch amoebenähnliche Pseudopodien aussenden, in welchem Zustande sie mit farblosen Blut- oder mit Eiterzellen leicht verwechselt werden können. Schliesslich wandern diese winzigen Zellen wieder in die Wirthszelle und entwickeln sich hier zu Coccidien.

Die sogenannten *Fischpsorospermien*, richtiger die *Cysten* derselben² oder — wie sie von BÜTSCHLI zur

¹ Diss. cit., Zoolog. Anzeiger, III. (1880) 571.

² Die Parasiten. I. Bd. 2. Aufl. (1879) 249.

³ KLOSS, Ueber Parasiten in der Niere von *Helix*. Abh. d. Senckenberg. Naturf. Gesellsch. (1855) I. 189; cit. nach LEUCKART. — EIMER, Ueber die ei- und kugelförmigen Psorospermien der Wirbelthiere. Würzburg, 1870. — SCHNEIDER, Note sur la psorospermie du poulpe, und: Note sur les rapports des psorospermies oviformes aux véritables Grégarines. Arch. Zoolog. expér. T. IV. LEUCKART, Bericht etc. AN. 42. (1876) II. 598. — ZÜRN, Die kugel- und eiförmigen Psorospermien als Ursache von Krankheiten bei Hausthieren. Leipzig, 1878. LEUCKART op. cit. — BÜTSCHLI, Kleine Beiträge zur Kenntniss der Gregarinen. ZWZ. 35. (1881) 405.

¹ Cfr. LEUCKART, op. cit. 256.

² J. MÜLLER, Ueber eine eigenthümliche parasitische Bildung mit specifisch organisirten Samenkörperchen. AAP. (1841) 477. — LEYDIG u. LIEBERKÜHN, diss. cit. — BALBIANI, CR. T. 57. S. 157. — GABRIEL, Berichte der schles. Gesellsch. f. d. J. 1879, S. 26., cit. nach BÜTSCHLI, — SCHNEIDER. op. cit.

Vermeidung des in verschiedenem Sinne gebrauchten Ausdrucks: Psorospermien genannt werden — die *Myxosporidien*¹ sind kugelige, schlauch- oder wurstförmige, 1 bis 3 mm. grosse, mikroskopische Plasmamassen, welche in verschiedenen Organen bei Süss- und Seewasserrischen in grosser Verbreitung schmarotzen und hier bald in den verschiedenen Geweben eingekistet, bald auf der Innenfläche der Höhlen verschiedener Organe gelagert vorkommen. Am häufigsten sind sie in der Gallen- und Harnblase, sowie in den Geweben der Kiemenlamellen anzutreffen. Ausser in Fischen wurden sie von LIEBERKÜHN auch in der Niere von Fröschen in zahllosen Massen angetroffen.

Am Plasma der Myxosporidien ist das Ecto- und Entoplasma entweder scharf differenzirt, oder diese Scheidung ist nur überaus schwach angedeutet. Das Ectoplasma ist nicht granulirt, zuweilen von einer zarten strahligen Streifung, oder von einem eigenthümlichen hellen Netzwerk durchzogen; das Entoplasma ist von mehr-minder grossen, fettglänzenden Schöllchen granulirt, und entweder farblos oder durch ein bräunliches oder gelbrothes Pigment gefärbt. Dieses Pigment ist offenbar nicht Eigenproduct der Myxosporidien, sondern aus der Umgebung aufgenommen worden; die in der Gallenblase lebenden Myxosporidien wenigstens zeigen die Farbe der Galle, die die Harnblase vom Hecht meist als eine zusammenhängende schleimige Schicht auskleidenden Myxosporidien aber haben eine gelbrothe Färbung, welche jedenfalls vom Blut des Wirthes her stammt, da es BÜTSCHLI gelang im Entoplasma der Myxosporidien vom Hecht Haematoidin-Krystalle nachzuweisen. Ebenfalls BÜTSCHLI gelang der Nachweis, dass im Entoplasma der Myxosporidien zahlreiche winzige Kerne enthalten sind, welche der Aufmerksamkeit der übrigen Forscher, die — wie BÜTSCHLI sagt — den Wald vor Bäumen nicht sahen, ganz entgangen waren. Diese eigenthümlichen Plasmastien sind auch zu amoeboiden Gestaltsveränderungen befähigt, ihr Ectoplasma sendet zuweilen gerade solche Fortsätze aus, wie manche Amöben am hinteren, d. i. der Bewegungsrichtung entgegengesetzten Körperende; auch werden manchmal von der ganzen Körperoberfläche steife haarartige, oder kurzen verzweigten Geweihe ähnliche Fortsätze

hervorgestreckt. Die auf freien Oberflächen lebenden Myxosporidien entbehren einer Hülle; die in den Kiemenlamellen von Fischen lebenden fand aber BÜTSCHLI von einer ziemlich dicken Schicht eingehüllt, welche letztere in einer granulirten Substanz zahlreiche Kerne enthielt und vielleicht gar nicht den Myxosporidien angehört, sondern durch das umgebende Bindegewebe des Wirthes abgesondert wurde.

Die Sporen der Myxosporidien werden im Entoplasma in wechselnder Anzahl gebildet; sie sind von sehr verschiedener Grösse, und Plasmodien ohne Sporen gehören zu den seltenen Befunden. Die entwickelten Sporen sind ei- oder spindelförmig, an einem Ende häufig in einen schwanzartigen Fortsatz ausgehend, und von einer harten Membran umgeben, welche, wie die Panzer der Diatomeen, häufig aus zwei gleichen Hälften besteht und an einem oder beiden Polen von einer engen Oeffnung durchbrochen ist.

Der Sporenhalt besteht aus granulirtem Protoplasma, in welchem BÜTSCHLI einen grossen hellen Kern nachwies; sehr charakteristische Theile der Sporen sind die sogenannten *Polkörperchen* oder *Polkapseln*, welche wohl schon von älteren Forschern bemerkt, aber in ihrer feineren Structur erst von den neueren Forschern, insbesondere von BALBIANI, SCHNEIDER und BÜTSCHLI aufgeklärt wurden. Diese — gewöhnlich in jeder Spore paarweise, und zwar entweder beide am selben Pol oder an den entgegengesetzten Polen auftretenden — Polkörperchen bergen einen in mehrfache Spiralgänge gewundenen feinen langen Faden, und scheinen in der Structur mit den Nesselkapseln von Zoophyten vollkommen übereinzustimmen. Diese Uebereinstimmung wird durch das unter gewissen Umständen erfolgende Ausschleudern dieser Fäden durch die Oeffnung der Sporenkapsel noch ergänzt. Wozu diese eigenthümlichen nesselkapselartigen Gebilde eigentlich bestimmt sind, ist zur Zeit noch völlig unbekannt; die BALBIANI'sche Ansicht, wonach es den Antheroiden der Kryptogamen analoge Befruchtungselemente wären, wird durch keinerlei Beobachtung gestützt und ist demnach auch unannehmbar. Vielleicht entsprechen sie bei der Ausstreuung der Sporen in Action tretenden Schleuderorganen, vorausgesetzt natürlich, dass die für Sporen angesprochenen Gebilde auch wirkliche Sporen sind.

Dass die Sporen im Inneren des Plasmaleibes sich entwickeln, war auch den älteren Forschern

¹ BÜTSCHLI, Beiträge zur Kenntniss der Fischpsorospermien. ZWZ. 35. (1881) 629.

bereits bekannt; doch wird der Entwicklungsgang der Sporen erst durch die Untersuchungen von BÜTSCHLI einigermassen aufgeklärt. BÜTSCHLI fand in den Myxosporidien vom Hecht, welche noch keine Sporen enthielten, zahlreiche blasse, etwas granulierte Plasmakügelchen, welche mindestens sechs, zuweilen noch mehr helle Kerne einschlossen. Diese Kugeln waren offenbar aus einzelnen Massen des mütterlichen Protoplasmas zu Stande gekommen, welche sich zu kernhaltigen Kugeln herangebildet hatten.

Die Sporen entwickeln sich stets aus Kugeln, welche sechs Kerne enthalten; an der Oberfläche der Kugeln wird eine zarte Membran ausgeschieden, während die Plasmamasse sich in zwei, je drei Kerne enthaltende Hälften theilt. Jede dieser, drei Kerne enthaltenden Kugeln wird zu einer Spore umgewandelt, indem der Leib sich streckt, die charakteristische Sporenform annimmt, und schliesslich an der Oberfläche eine Membran absondert. Der eine Kern bleibt als Sporenkern beständig, die beiden Anderen, die Stelle der Polkörperchen einnehmenden verschwinden nach Kurzem, um durch die Polkörperchen abgelöst zu werden; letztere bilden sich aber nicht aus den Kernen, sondern aus kleinen glänzenden Kugeln, welche frühzeitig neben den Kernen auftreten.

Die Entwicklung der Myxosporidien aus deren Sporen ist gänzlich unbekannt. Zwar behauptet LIEBERKÜHN von den in der Froshniere vegetirenden Myxosporidien, dass aus jeder entzwei geborstenen Spore eine kleine Amoebe hervorgeht und allmählig zur Myxosporidie heranwächst; die Richtigkeit dieser Beobachtung wurde jedoch durch keine neueren Forschungen bekräftigt, und beim gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse ist auch das nicht ausgeschlossen, dass die allgemein für Sporen gehaltenen eigenthümlichen Kapseln eigentlich mit der Fortpflanzung der Myxosporidien in keinerlei Beziehung stehen.

Die sogenannten *Miescher'schen Schläuche* (*Psorospermenschläuche*) oder *Rainey'schen Körper*¹ haben — nachdem sie im Jahre 1843 von MIESCHER in

den Muskeln der Hausmaus waren entdeckt worden,¹ zahlreiche Forscher beschäftigt, und wurden bald für pathologische Bildungen (HESSLING, ROLOFF), bald für junge Cysticeren (RAINEY), bald für parasitische Pilze (SIEBOLD) oder gar für Chytridieen aus dem Genus *Synchytrium* (*Synchytrium Miescherianum* KÜHN), bald für mit Mundöffnung versehene (SCHMIDT) oder einer solchen entbehrende Ciliaten (RIVOLTA) angesprochen; derzeit werden sie auf LEUCKART's Initiative² meist sammt den Psorospermienkapseln für den Gregarinen verwandte Parasiten angesehen, obgleich, wie auch LEUCKART betont, das Verwandtschaftsverhältniss zur Zeit noch keineswegs für bewiesen erachtet werden kann.

Diese parasitischen Schläuche sind in den quergestreiften Muskelfasern verschiedener pflanzenfressender Säugethiere, den Trichinen gleich eingenistet und heute bereits aus sehr vielen Pflanzenfressern bekannt; beim Schwein sind sie so häufig, dass RIPPING ihr Vorkommen hier für constant hält, während sie von KÜHN in 98.5 Proc. der von ihm untersuchten Schweine gefunden wurden. Ihre Grösse ist meist mikroskopisch, oft aber auch sehr bedeutend; so wurden von mir in der Schlundmuskulatur der Büffel Schläuche von der riesigen Länge von 12 mm. bei einer Dicke von 5 bis 6 mm. gefunden.³ Im befallenen Wirth kommen sie häufig in unzähliger Menge vor, so dass, wie LEUCKART bemerkt, zuweilen die Muskulatur zur Hälfte aus Psorospermien-schläuchen zu bestehen scheint. Ob nun diese Parasiten für den Wirth unschädlich sind, wie LEUCKART behauptet, oder ob gewisse pathologische Erscheinungen, wie z. B. bei Wiederkäuern die Athemnoth oder gar der Erstickungstod durch die in der Rachensmuskulatur nistenden Parasiten verursacht werden, wie DAMMAN, LEISERING und NIEDERHÄUSER behaupten, muss noch durch weitere Untersuchungen entschieden werden.

Die spindelförmigen Schläuche sind im entwickelten Zustand von einer ziemlich derben und zähen Membran umschlossen, welche nach SZENTKIRÁLYI bei den grössten Schläuchen der Büffel ganz homogen erscheint. Bei jungen Schläuchen ist die

¹ Vgl. MANZ, Beitrag zur Kenntniss der MIESCHER'schen Schläuche. AMA. III. (1867) 345. — LEUCKART, Die Parasiten etc. II. Aufl. 1. Bd. (1879) 251. — BARANSKI, Oesterreichische Vierteljahrsschr. f. Veterinärkunde. 51. Bd. II. Hft. cit. bei SZENTKIRÁLYI. — SZENTKIRÁLYI A. A MIESCHER-féle tömlök. Kolozsvárt. 1880.

¹ Bericht über die Verhandlungen der Naturforsch. Gesellsch. zu Basel (1843) 143. Vgl. Histologische Mittheilungen. ZWZ. V. (1853) 189, und Zusatz von Prof. SIEBOLD ibid. 199.

² Die Parasiten etc. I. Aufl. I. Bd. 240.

³ Orvos-Természettud. Értesítő, Kolozsvár, 1878. 31.

Membran fein quergestreift, wie die primitive Muskelfaser selbst, in welcher der Schlauch nistet. Die Membran älterer Schläuche wird von den meisten Forschern als aus radiär angeordneten Stübchen bestehend geschildert, welche keinesfalls Cilien entsprechen können, wofür sie von RAINY und auch von neueren Forschern gehalten wurden. Es fragt sich aber, ob die Membran dem Schlauch selbst, oder aber der ihm zum Sitz dienenden, in Fibrillen zerfallenen Muskelfaser angehört. VIRCHOW, BARANSKI, SZENTKIRÁLYI u. A. bekennen die letztere, viele Forscher theilen mit LEUCKART die erstere Ansicht.

Der Inhalt der Schläuche ist durch ein zartes Balkengerüst in polygonale Fächer eingetheilt, welche in jüngeren Schläuchen ausser stark lichtbrechenden Schölchen auch noch blasse, feingranulirte Protoplasma-Kugeln enthalten, die wieder ihrerseits, nach MANZ,¹ je einen blassen Kern einschliessen und farblosen Blutzellen sehr ähnlich sehen; SZENTKIRÁLYI erwähnt kern-, und membranlose, ferner ein- und vielkernige Protoplasma-Kugeln.² In älteren Schläuchen sind die Fächer mit nieren-, bohnen- oder sichelförmigen Körperchen angefüllt, welche in eine zarte Membran gehüllt im durchsichtigen Plasma einige oder mehrere fettglänzende Kügelchen, ferner nach MANZ, auch noch einen centralen blassen Kern enthalten. Die Entwicklung der letzteren aus den, farblosen Blutzellen ähnlichen Kugeln wird von MANZ folgendermassen geschildert: das Plasma der blassen Zellen zieht sich von der in diesem Entwicklungsstadium sehr gut zu unterscheidenden zarten Membran theilweise zurück, und wird beim Bersten der Membran als scharf contourirte, mit einem gut unterscheidbaren Kern versehene bohnenförmige Zelle frei. HESSLING und MANZ thun auch einer Quertheilung der bohnenförmigen Zellen Erwähnung; letzterer Forscher hat aber die Theilung nur an jungen Schläuchen beobachtet.

Nach WALDEYER³ lassen sich an diesen bohnenförmigen Körperchen zweierlei Bewegungsarten unterscheiden: ein Hin- und Herdrehen um die Längsachse, und eine Annäherung der Pole; in *humor vitreus* dauert die Bewegung auch 2 Stunden lang fort, sie wurde jedoch von anderen Forschern nicht bestätigt.

Ueber das fernere Loos der bohnenförmigen Zellen,

¹ Op. cit. 348.

² Op. cit. 6.

³ Vgl. SZENTKIRÁLYI, op. cit. 7.

sowie über die Entwicklung der MIERCHER'schen Schläuche überhaupt ist uns gar nichts bekannt; die Fütterungsversuche von LEUCKART und von SZENTKIRÁLYI führten zu keinerlei positivem Ergebniss. Wenn diese parasitären mysteriösen Schläuche, beim heutigen sehr lückenhaften Stand unserer Kenntnisse trotzdem mit den Gregarinen in Verwandtschaft gestellt werden, so beruht das einzig auf der angenommenen Gleichwerthigkeit der bohnenförmigen Zellen mit den sichelförmigen Zellen der Gregarinen und Coccidien.

2. Rhizopoden.

Während bei den Gregarinen bisher eine einzige Art von Fortpflanzung, nämlich die durch Sporen bekannt ist: wurde bei den Rhizopoden — obschon deren Vermehrung derzeit nichts weniger als hinlänglich bekannt angesehen werden darf — durch die neueren Forschungen mehrerlei Vermehrungsarten nachgewiesen. Ich muss jedoch gleich hier erwähnen, dass einzelne der von verschiedenen Forschern beschriebenen Fortpflanzungsarten höchst wahrscheinlich auf eine durch Parasiten erfolgte Infection zurückzuführen sind, gerade so, wie dies für einige sogenannte Fortpflanzungsarten bei den Flagellaten und Ciliaten der Fall ist.

Unter die zur Zeit bekannten und unbezweifelbaren Vermehrungsarten gehört die Theilung, die Sprossbildung, ferner die durch endogene Prolifiration erfolgende, bislang nur bei wenigen Rhizopoden beobachtete und ziemlich unvollkommen bekannte Vermehrung.

Manche Rhizopoden pflegen, im Begriff sich zu vermehren, sich einzukapseln, bei anderen fällt hingegen die Encystirung meist weg; bei den übrigen wurden Vermehrungseysten überhaupt nicht beobachtet.

Von Wichtigkeit ist der Umstand, dass die Brut vieler Rhizopoden eine Zeit lang als Geisselschwärmer lebt, woraus auf eine sehr nahe Verwandtschaft der Rhizopoden und Flagellaten, sowie, mit einer gewissen Berechtigung, auch auf die Abstammung der Rhizopoden von den Flagellaten gefolgert werden darf.

Ob auch die bei Rhizopoden häufig beobachtete Conjugation mit deren Fortpflanzung im Zusammenhang steht, kann wohl, gestützt auf den analogen Process der Ciliaten, für sehr wahrscheinlich angenommen, bei unseren heutigen unvollkommenen Kenntnissen aber nicht endgiltig entschieden werden. So

viel steht fest, dass zwischen den conjugirten Paaren keine Geschlechts-Unterschiede obwalten, und dass die von einigen Forschern beschriebenen kugel- und fadenförmigen kleinen Körperchen keinesfalls Samenzellen entsprechen. Uebrigens wird durch die weiter unten zu erörternden Untersuchungen von GRUBER über alle Zweifel erhoben, dass die bei den Monothalamien beschriebenen Conjugationszustände auf einen Process zurückzuführen sind, welcher mit gleichem Recht für Knospenbildung, wie für Theilung gehalten werden könnte.

Zur leichteren Uebersicht will ich die Fortpflanzung der Rhizopoden nach den einzelnen Gruppen erörtern, und werde zunächst der *Monothalamien* — als den relativ am vollkommensten Bekannten — gedenken; hieher zähle ich auch die Moneren mit lappigen und fingerförmigen Pseudopodien (*Lobomonera*), während ich die mit strahlenförmigen Pseudopodien (*Rhizomonera*) unter die Heliozoen einreihe.

a) *Monothalamien*.

Der durch ROESEL, den Entdecker der Amöbe, schon im vorigen Jahrhundert beobachtete einfache Theilungsprocess ist heut zu Tage bei vielen Monothalamien bekannt.

Die Durchschnürung des kernlosen Protoplasma-leibes wurde von HAECKEL bei mehreren Lobomoneren (*Protamoeba primitiva*, *Pr. agilis*, *Pr. Schultzeana*) beschrieben.¹ Eingehender ist die Theilung der *Amoeben* durch R. GREEFF und E. F. SCHULZE studirt worden; nach dem ersteren Forscher entsteht in der Mitte des Körpers der im feuchten Boden lebenden *Amoeba brevipes* eine Einschnürung, und der in die Theilungslinie gerückte granulirte Kern theilt sich mit dem Protoplasma zugleich in zwei Theile.² Nach den von SCHULZE an einer marinen Amöbe (der mit der in Süßwasserlebenden *Amoeba radiosa* Ehrh. wahrscheinlich identischen *A. poly-podia* M. Schultze) angestellten Beobachtungen würde aber die Kerntheilung der Entzweischnürung des Plasmas vorangehen.³ SOROKIN beschrieb unter dem Namen *Gloidium quadrifidum* ein amöbenartiges Moner, welches durch zwei sich regelmässig

kreuzende Einschnürungen gleichzeitig in vier Theile zerfällt.¹

Die mit Schalen versehenen Monothalamien pflegen sich nur selten sammt der Schale zu theilen. Eine solche Theilung wurde von CIENKOWSKI bei *Gromia* (*Lieberkühnia*) *paludosa*² und bei *Lecythium hyalinum*³ beobachtet. Bei letzterem erfolgt die Theilung nach der Längsachse und die eine Theilungshälfte behält den alten Kern, während sich in der anderen Hälfte ein neuer Kern bilden soll; dagegen erfolgt bei ersterer, in deren schaumigem Plasma CIENKOWSKI keinen Kern nachweisen konnte, die Theilung in der Querachse.

Bei der mit den soeben besprochenen Süßwasser-Monothalamien sehr nahe verwandten *Mikrogromia socialis* geht die Theilung, nach den Untersuchungen von HERTWIG⁴ und CIENKOWSKI⁵ innerhalb der Schale vor sich, und zwar nach HERTWIG constant transversal; nach CIENKOWSKI bald als Längs- bald als Quertheilung. Der Theilung des Protoplasma-leibes geht offenbar eine Zweitheilung des bläschenartigen Kernes voran, wenigstens geschieht bei HERTWIG auch eines zweikernigen Individuums Erwähnung, bei welchem das Plasma noch nicht in die Theilung eingetreten war; dem gegenüber soll nach CIENKOWSKI der Kern der einen Theilungshälfte sich unabhängig von dem in der anderen Hälfte verbleibenden alten Kern bilden. Die vordere (HERTWIG) oder die hintere Theilungshälfte (CIENKOWSKI) dringt unter amöbenartigen Gestaltveränderungen aus der Schale hervor, nimmt eine Eiform an, und aus dem kernhaltigen Körperende wachsen zwei feine Geisselfäden heraus, mit deren Hilfe der, im hinteren Körperende 1 bis 2 pulsirende Vacuolen enthaltende Schwärmer sich um die Längsachse dreht und rasch vorwärts schwimmt, um, nachdem der Schwärmzustand eine Zeit lang gedauert hat, zur Ruhe zu gelangen und sich in eine dem Theilungspaare ähnliche Monothalamie zu verwandeln. Der die Mutterschale verlassende Theilungssprossling wird aber nicht immer zum Schwärmer, er kann vielmehr anstatt der Geisselfäden feine Pseudopodien aussenden, und vermittelt dieser eine

¹ Ueber *Gloidium quadrifidum*. Morph. Jahrb. IV. Bd. (1878) 399.

² Ueber einige Rhizopoden etc. AMA. XII. (1876) 33.

³ Diss. cit. 39.

⁴ Ueber *Mikrogromia socialis* etc. AMA. X. Supplementb. (1874) 20.

⁵ Diss. cit. 36.

¹ Studien über Moneren. Leipzig 1870.

² Ueber einige in der Erde lebende Amöben etc., AMA. II. (1866) 321.

³ Rhizopodenstudien. AMA. XI. (1875) 592.

Zeit lang in Actinophrys-Form umherkriechen. Die Substituierung der Schwärmer durch eine actinophrys-artige Brut darf uns — wie HERTWIG mit Recht bemerkt — nicht überraschen, da — wie oben bereits betont wurde — die Cilienbewegung bloß eine Modification der amoeboiden bildet, die Cilien resp. Geisselfäden nur modificirte Pseudopodien und in der Bewegung von diesen bloß an Geschwindigkeit und Energie verschieden sind.

Ausser der Theilung ist uns von den schalenbewohnenden Monothalamien auch eine Knospenbildung bekannt; bei dieser Art der Fortpflanzung wächst das Protoplasma aus der Schalenöffnung gewissermassen heraus, und aus diesem Theil sprosst dann die junge Brut Knospen gleich hervor. Beobachtet wurden solche Vorgänge zuerst von SCHNEIDER,¹ und neuerdings von CIENKOWSKI bei der von ihm mit vollem Recht aus dem Genus Diffugia ausgeschiedenen *Chlamydophrys stercoracea* (= *Diffugia Enchelys* Ehrb.),² ferner von mir bei *Pleotophrys prolifera*.³

Knospenbildung und Theilung wird gewissermassen durch die vor Kurzem von GRUBER bei *Euglypha alveolata* und einigen anderen Monothalamien beschriebene⁴ Fortpflanzung vermittelt, welche wahrscheinlich die häufigste Art von Fortpflanzung der beschalteten Monothalamien bildet. Diesen Untersuchungen von GRUBER muss nicht nur darum eine grosse Wichtigkeit zugeschrieben werden, weil sie sich auf Monothalamien beziehen, deren Fortpflanzungsart bisher unbekannt war, und weil durch dieselben ein unzählige Male beobachteter, aber meist irthümlich ausgelegter Process der richtigen Deutung theilhaftig ward, sondern insbesondere auch darum, weil durch dieselben im Verlauf der Theilung am Kern der Monothalamien ähnliche feinere Strukturveränderungen nachgewiesen wurden, wie jene, welche an den Kernen in Theilung begriffener Thier- und Pflanzenzellen beobachtet wurden.

Es ist schon seit Langem bekannt, dass die beschalteten Monothalamien gelegentlich paarweise, mit

eng aneinander geschmiegtter Schalenmündung anzutreffen sind. LECLERC, der Entdecker der Diffugien, hat bereits im Jahre 1815 solche *Diffugien* abgebildet, welche er als in Paarung begriffen ansah,¹ und paarweise zusammenhängende Rhizopoden werden von allen Forschern, welche die Monothalamien behandeln (CARTER, ARCHER, E. F. SCHULZE, R. HERTWIG und LESSER) erwähnt. Diese scheinbare Vereinigung wurde von den meisten Forschern für Conjugation gedeutet, nur die paarig zusammenhängenden *Arcellen* erfuhren eine andere Deutung. Nach CLAPARÈDE und LACHMANN sollen die *Arcellen* anstatt der enge gewordenen alten Schale sich eine neue bereiten, und würden sich in dieser Weise mehrere Male im Leben häuten. Zu Beginn dieses Processes sollen die Arcellen — nach der von CLAPARÈDE und LACHMANN gelieferten Beschreibung² — aus der alten Schale beinahe ganz herauskriechen, wobei der Leib vor der Oeffnung eine grosse Sarcodemasse bildet, welche an ihrer Oberfläche eine neue Schale absondert. In diesem Zustand werden zwei, mit der Schalenmündung an einander geschmiegte Arcellen beobachtet, die eine mit einer dicken, dunkelgefärbten, die andere mit einer dünnen, ganz farblosen erst später sich bräunenden Schale; erstere ist die alte, letztere die neue Schale. Dabei zieht sich die Arcelle abwechselnd von einer Schale in die andere, bleibt aber mit einem Theil des Leibes in der alten, und übersiedelt erst dann für immer in die neue Schale, wenn diese eine gehörige Festigkeit erlangt hat. HERTWIG und LESSER haben bei der Arcelle den nämlichen Process beobachtet und nachgewiesen, dass derselbe nicht mit der vollständigen Uebersiedelung des Arcellen-Leibes in die neue Schale, sondern mit der Theilung des Rhizopoden abschliesst; der ganze Process würde daher keiner Häutung, sondern einer Theilung oder Knospenbildung entsprechen,³ was übrigens von SCHNEIDER vermuthungsweise schon längst ausgesprochen wurde.⁴

Nach GRUBER geht die Fortpflanzung von *Euglypha alveolata* in folgender Weise vor sich:

Bereits vor Beginn der Fortpflanzung entstehen im Plasma der Euglyphen, seitlich neben dem Kern,

¹ Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien AAP. 1854.

² Diss. cit. 42.

³ Ueber die im Salzsee zu Szamosfalva lebenden Rhizopoden. Természeti Füzetek, Bd. I. (1877) 162. (ungarisch).

⁴ Fortpflanzung bei *Euglypha alveolata*. Zoolog. Anz. Nr. 70. (1880) 582. Ausführlich: Der Theilungsvorgang bei *Euglypha alveolata*. ZWZ. 35. (1881) 431. Ferner: Die Theilung der monothalamien Rhizopoden. ZWZ. 36. (1881) 101.

¹ Vgl. COHN, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Infusorien. ZWZ. IV. (1853) 261.

² Etudes. II. 445.

³ Op. cit. 99.

⁴ Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. AAP. (1854) 206.

den die Schalen der Euglyphen bildenden ähnliche Kieselplättchen, deren Vorkommen im Plasma der Euglyphen und verwandten Monothalamien durch alle neueren Forscher beobachtet wurde. An solchen Individuen beginnt der eigentliche Fortpflanzungsprocess mit dem Hervorsprossen einer Protoplasma-knospe aus der Oeffnung der Schale; nach kurzer Zeit erreicht dieser Sprössling Gestalt und Grösse der in der Schale verbliebenen Plasmapartie, wobei die bereits vorgebildeten Kieselplättchen auf die Oberfläche des Sprösslings hinüberwandern und hier durch regelmässige Anordnung eine neue Schale bilden. Auf diesem Stadium liefern die zwei Individuen in der That das Bild der Conjugation.

Der Kern tritt im Sprössling erst nachdem dieser zur vollen Grösse gelangt ist auf und wird aus dem Mutterkern durch Abschnürung gebildet. Der Kern der in Fortpflanzung begriffenen Euglyphen wird grösser, verwandelt sich zu einer homogenen, blassen Kugel, in welcher feine Körnchen, dann verworrene Streifen auftreten, wie nach den Untersuchungen von FLEMMING und STRASBURGER im Kern der zur Theilung sich anschickenden Thier- und Pflanzenzellen («Knäuelform»); diesem folgt die Streckung des Kerns nach der Längsachse des Protisten, wobei die von den beiden Kernpolen zum Aequator hinziehenden meridionalen Streifen immer deutlicher hervortreten: aus dem Kern hat sich die charakteristische sogenannte *Kernspindel* entwickelt. Endlich wird der Kern so lang gestreckt, dass er durch den ganzen Euglyphenleib reicht, worauf er sich nach der Quere in zwei gleiche Hälften abschnürt, wovon die eine in den Sprössling, die andere in den Hintertheil der Mutterzelle sich zurückzieht. Hierauf verlieren beide Kerne ihre Streifung und verblassen beinahe bis zur Unkenntlichkeit; gleichzeitig beginnt eine das Plasma beider Individuen durchziehende, kreisförmige Strömung, welche nach beiläufig einer halben Stunde aufhört. Darauf werden wieder beide Kerne in der regelmässigen Bläschenform sichtbar und zum Schluss trennen sich beide Individuen.

Ganz in der beschriebenen Weise geht, nach GRUBER, die Fortpflanzung auch bei *Cyphoderia* vor sich, und die Annahme wird gewiss begründet erscheinen, dass die an den Schalenöffnungen mit einander zusammenhängend angetroffenen Paare, sowie bei Euglypha und Cyphoderia, auch bei anderen Monothalamien, wenn auch nicht immer wie GRUBER anzunehmen scheint, so doch in den meisten

Fällen, nicht in Conjugation sondern in Fortpflanzung begriffen sind.

Beim heutigen Stand unserer Kenntnisse würde man aber irren, wollte man auf die GRUBER'sche Entdeckung hin bei den Monothalamien die Existenz eines Conjugationsprocesses überhaupt in Abrede stellen: denn sieht man auch von mehreren, nicht ganz verlässlichen Beobachtungen ab, wo nämlich der Conjugationsvorgang nicht vom Anfang bis zu Ende Schritt für Schritt verfolgt wurde: so kann nach den Beobachtungen von BÜTSCHLI bei den Monothalamien eine wirkliche Conjugation nicht bezweifelt werden, da es dem genannten Forscher gelang, die Conjugation bei *Arcella vulgaris* vom Beginn bis zur Trennung der Conjugirten zwei, seltener drei Individuen ununterbrochen zu verfolgen.¹ Dergleichen konnte GABRIEL den Conjugationsprocess bei *Platium* (*Troglodytes* Gabr.) *zoster* von Anfang bis zu Ende beobachten.²

Durch die soeben erwähnten Untersuchungen von BÜTSCHLI wurde eine neue Fortpflanzungsart der *Arcella vulgaris* bekannt. Bei den streng isolirt gehaltenen Arcellen erschienen an der Oberfläche des Plasmaleibes 1 bis 2 Tage nach beendiger Conjugation etwa 8 bis 10 mit Vacuolen und Kernen versehene kleine Amöben, und krochen hier an der von der Schale retrahirten Oberfläche des Arcellenleibes unter lebhaften Gestaltveränderungen umher; dieselben waren wahrscheinlich durch Knospenbildung aus dem Mutterplasma entstanden. Einmal gelang es BÜTSCHLI auch das Auskriechen der kleinen Amöben durch die Schalenöffnung zu beobachten. Aus diesen Beobachtungen lässt sich folgern, dass durch die Conjugation eine raschere Fortpflanzung durch eine zahlreichere Brut erzielt wird; es darf ferner angenommen werden, dass sich die junge Generation von kleinen Amöben durch Absonderung von Schalen zu Arcellen umwandelt.

Diese Annahme wird auch durch die Untersuchungen von BUCK³ unterstützt, obschon der letztere Forscher ausdrücklich betont, dass der Generation von kleinen Amöben eine Conjugation nicht vorgegangen war. BUCK nimmt an, dass die — wie auch CARTER hervorhebt, ursprünglich in Zweizahl vor-

¹ Zur Kenntniss der Fortpflanzung bei *Arcella vulgaris*. AMA. XI. (1875) 459.

² Untersuchungen über Morphologie, Zeugung und Entwicklung der Protozoen. MJ. I. (1876) 543.

³ Einige Rhizopodenstudien. ZWZ. XXX. (1877) 4.

handenen Kerne der Arcellen Zellen entsprechen, welche durch Theilung sich vermehrend häufig das ganze Plasma der Arcelle verbrauchen und zu einem aus Kügelchen bestehenden morulaförmigen Haufen verwandeln. Diese zahlreichen Tochterzellen dienen zur Fortpflanzung, indem sie entweder nach längerer Ruhe sich weiter entwickelnde Sporen bilden, oder sich unmittelbar in die bereits von BÜTSCHLI beschriebenen kleinen Amöben umwandeln, welche die Mutterschale verlassen, eine Zeitlang als Amöben leben und auch durch Theilung sich vermehren; später sondern sie eine zarte Schale ab und entwickeln sich durch die schon von DUJARDIN¹ nicht für einen selbständigen Rhizopoden, sondern für eine junge Arcelle angesprochene *Pseudochlamys Patella-Form* zu Arcellen. Auf welche Art immer aber die weitere Entwicklung der kleinen Amöben sich gestalten mag, so scheint die Fortpflanzung der Arcellen vermittelt einer kleinen Amöbengeneration doch sicher.

Die durch eine äusserst winzige Generation von Amöben erfolgende Fortpflanzung kommt nach GREEFF auch bei anderen Rhizopoden, namentlich bei *Amoeba terricola*² und der riesigen, bis 2 mm. grossen *Pelomyxa palustris*³ vor; bei beiden sollen sich die Fortpflanzungskörperchen aus den Kernen bilden, weshalb auch GREEFF den Kern direct als Fortpflanzungsorgan ansieht.

Im einzigen grossen Kern von *Amoeba terricola* entstehen kugelige Körperchen, welche, nach dem Zerfall des Kerns in diese Kügelchen, in das Plasma der Amöbe und von hier, wie GREEFF meint, ins Freie gelangen, wo sie sich in äusserst kleine Amöben umwandeln, an welchen trotz ihrer winzigen Grösse, die Charaktere von *Amoeba terricola* bereits zu erkennen sind.

Auch in den zahlreichen Kernen von *Pelomyxa palustris* werden, nach den Untersuchungen von GREEFF, zahlreiche kugelige Körperchen gebildet, welche beim Platzen des Mutterkerns in das Protoplasma gelangt hier durch Theilung sich noch weiter vermehren; GREEFF nennt sie wegen der starken Lichtbrechung *Glanzkörper*. Aus einzelnen contrahirten Pelomyxen sah GREEFF mit je einem Kern und einer

pulsirenden Vacuole versehene Amöben sehr zahlreich ausschwärmen, welche, gleich der Amöbenbrut der Arcellen, der *Amoeba Limax* ähnlich sehen und nach GREEFF aus den soeben erwähnten Glanzkörpern hervorgegangen sind. Am sonderbarsten ist, dass diese winzigen Amöben, die Amöbenform nur eine kurze Zeit hindurch behalten; nachdem das fließende Umherkriechen etwa eine halbe Stunde lang gedauert, contrahiren sich dieselben zu Kugeln senden dann einen langen dünnen Geisselfaden aus und beginnen in der Form von Flagellaten zu schwärmen.

Wie aus diesen Schwärmern — vorausgesetzt dass sie wirklich dem Entwicklungsgang von *Pelomyxa* angehören — die riesigen Pelomyxen sich entwickeln, darüber liefern die GREEFF'schen Untersuchungen keinerlei Aufklärung.

Nach BÜTSCHLI, der zu Untersuchungen an der interessanten *Pelomyxa* gleichfalls Gelegenheit hatte, werden aus den Glanzkörpern kugelige oder polygonale, zuweilen ganz regelmässig hexagonale dickwandige Sporen gebildet, in welchen eine die Schale nicht ganz ausfüllende Protoplasmaugel, und in dieser wieder ein deutlicher Kern sich befindet. Die Entwicklung von Amöben aus diesen Sporen hat BÜTSCHLI nicht beobachtet und konnte sich auch von der Entwicklung der Glanzkörper aus den in den Pelomyxakernen enthaltenen Kugeln nicht überzeugen, was er übrigens nicht einmal für wahrscheinlich hält.¹

Während BÜTSCHLI für die ursprüngliche Entstehung der Fortpflanzungskörperchen von *Pelomyxa* aus den Kernen nicht den geringsten Grund finden konnte, und mit HERTWIG² — gestützt auf die derzeitigen Kenntnisse über Entwicklung — die Anschauung, wonach die Rhizopodenkerne Fortpflanzungsorganen entsprechen würden, entschieden verwirft:³ scheinen die Untersuchungen von CARTER und WALLICH⁴ die GREEFF'sche Ansicht zu unterstützen. Beide Forscher beschreiben die in den Kernen der Amöben und einiger beschalteter Monothalamien entstehenden kleinen Kügelchen (*„granuliferous cells“*,

¹ Hist. nat. des Infusoires. Paris. (1841) Pl. II. fig. 5.

² Ueber einige in der Erde lebende Amöben und andere Rhizopoden. AMA. II. (1866) 312.

³ *Pelomyxa palustris* (Pelobius), ein amöbenartiger Organismus des süßen Wassers. AMA. X. (1874) 51.

¹ Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung und Conjugation der Infusorien. (1876) 362.

² Ueber Mikrogromia etc. 17.

³ Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge etc. 362.

⁴ Vgl. BÜTSCHLI, BRONN's Class. und Orgn. etc. 157.

CARTER) und halten dieselben bald für Befruchtungs- (CARTER), bald für Fortpflanzungskörperchen. Doch sind die Untersuchungen beider Forscher viel zu unvollkommen, als dass sie uns überzeugen könnten, dass Kernkugeln in der That zur Fortpflanzung dienen. Für mein Theil halte ich, wie bereits oben betont, die aus dem Kern ausschwärmenden kugeligen Keime für Parasiten, was übrigens für die in den Kernen der Arcellen auftretenden Keime auch von BUCK¹ entschieden behauptet wird.

Es wurde bereits oben erwähnt, dass GABRIEL bei einer in feuchter Erde lebenden Monothalamie — welche er *Troglodytes Zoster* nennt, die man aber, BÜTSCHLI² folgend, mit Recht in das von F. E. SCHULZE schon früher aufgestellte Genus *Platoom*³ einreihen kann — den Conjugationsprocess beobachtet hat; hierauf zurückgreifend, kann ich die eigenthümliche, bisher ganz allein dastehende Fortpflanzungsart dieser Monothalamie nicht unerwähnt lassen. Im Plasma der nach stattgefundener Conjugation wieder getrennten Paare entstehen, nach Verschwinden der um den Kern bestandenen dunklen Körnchenzone, zahlreiche eine Zeit lang lebhaft wimmelnde und nach GABRIEL die Befruchtung vollziehende kleine Kugeln. Hierauf verwandelt sich das ganze Plasma, in welchem kein Kern mehr zu unterscheiden ist, in eine gleichmässig fein granulirte «*Keimsubstanz*», welche von GABRIEL, wegen der an Chagrinpapier erinnernden Granulirung, als «*Chagrin*» bezeichnet wird. Später zerfällt das Chagrin in einzelne Brocken, diese wieder in kleine Körperchen, aus welchen monadenförmige Geisselschwärmer (*Monostigma-Form* wegen der einzigen Vacuole) hervorgehen. Letztere conjugiren sich der Länge nach zu Zweien, darauf verschmelzen sie (*Distigma-Form*, wegen der, auch nach der Verschmelzung getrennt persistirenden Vacuolen der zwei conjugirten Schwärmer) und verwandeln sich endlich nach Verlust der Geisselfäden zu Platoon (Troglodyten).

Zum Schluss wäre noch hervorzuheben, dass beim heutigen Stand unserer Kenntnisse über den Zusammenhang der von zahlreichen Forschern bei den Monothalamien beobachteten Encystirung mit der Fortpflanzung, nichts Bestimmtes bekannt ist.

¹ Diss. cit. 17.

² BRONN's Class. und Ord. d. Thierreichs. I. Bd. Neue Bearb. Leipzig. (1880) 155 und 161.

³ Rhizopodenstudien. III. AMA. XI. (1875) 115.

Wirft man nach alldem einen Rückblick auf das von der Fortpflanzung der Monothalamien Gesagte, so gelangt man zu dem Endergebniss, dass nur die Fortpflanzung durch Theilung und Knospenbildung mit voller Sicherheit bekannt ist; also bloß die bei Thier- und Pflanzenzellen bestehenden Fortpflanzungsarten sind als bestimmt existirend erkannt. Alle übrigen Fortpflanzungsarten erheischen unbedingt ein weiteres eingehendes Studium.

b) Polythalamien.

Ueber die Fortpflanzung der Polythalamien stehen uns bloß einige fragmentarische Beobachtungen zur Verfügung, aus welchen nur so viel mit Bestimmtheit hervorgeht, dass im Inneren der einzelnen Kammern auf eine noch nicht näher bekannte Weise eine mit weniger Kammern als die Mutter-Polythalamie versehene dünnchalige Brut entsteht.

Die erste sichere Angabe über die Fortpflanzung der Polythalamien haben wir GERVAIS zu verdanken, nach dessen, an den *Milioliden* angestellten Beobachtungen der Fortpflanzung eine Begattung (Conjugation) vorangeht, und die im Inneren des Mutter-Rhizopoden entwickelte neue Generation, mit Schalen versehen lebend geboren wird.¹

Die Richtigkeit der GERVAIS'schen Beobachtungen wurde von MAX SCHULTZE, dessen Untersuchungen über die Polythalamien² bisher die vollständigsten sind, bestätigt. SCHULTZE hat die Fortpflanzung bei der zu den Milioliden gehörigen *Triloculina* und bei einer *Rotalia* beobachtet. Bei beiden kamen im Inneren der Fächer 30 bis 40 junge Polythalamien zur Entwicklung. Ob die junge Brut durch Bersten der Mutterschale oder durch die vorhandene Schalenöffnung ins Freie gelangt, ferner ob das mütterliche Plasma vollständig aufgebraucht wird, oder nicht, endlich die wichtige Frage, in welcher Weise sich die jungen Polythalamien innerhalb der Fächer entwickeln, — alle diese Fragen harren nicht nur nach den SCHULTZE'schen, sondern auch nach den neueren Beobachtungen von WRIGHT, REUSS, CARPENTER und

¹ Sur un point de la physiologie des Foraminifères. CR. (1847) 467.

² Beobachtungen über die Fortpflanzung der Polythalamien. AAP. (1856) 165. und: Die Gattung Cornuspira unter den Monothalamien und Bemerkungen über die Organisation und Fortpflanzung der Polythalamien. AN. 26. Jahrg. (1860) 287.

PARKER; sowie SEMPER¹ noch immer der Lösung. Eine Conjugation wurde weder von SCHULTZE, noch auch von den neueren Forschern gesehen, dieselbe dürfte daher der Fortpflanzung nicht unbedingt vorangehen, wie dies von GERVAIS behauptet wurde.

Ein amerikanischer Forscher, POURTALES, machte im Jahre 1858 zuerst von der interessanten Beobachtung Mittheilung, dass die nicht in Kammern getheilten *Orbulinen* häufig polythalamie *Globigerinen* einschliessen; dieselbe Beobachtung wurde unabhängig von POURTALES auch von KROHN gemacht.² SCHULTZE und nach ihm Andere geben dieser Beobachtung die Erklärung, dass die zu einer gewissen Grösse angewachsene letzte Kammer bei den Globigerinen, gleich den Proglottiden der Taenien, sich lostrennt, als Orbulina-Form ein selbstständiges Leben führt, um zur Mutter einer polythalamien Globigerinen-Generation zu werden. Nach der Auffassung Major OWEN's, welcher sich auch MACDONALD, ALCOCK und BRADY anschlossen,³ würden hingegen die Globigerinen einschliessenden Orbulinen in der Weise entstehen, dass an der gewöhnlichen Globigerine eine überaus grosse Endkammer hervorsprosst, welche alle übrigen Kammern überwuchert und in sich einverleibt. Weitere Untersuchungen sind berufen zu entscheiden, welche von diesen Auffassungen der Wahrheit entspricht.

Es muss hier noch der EHRENBURG'schen Ansicht gedacht werden, nach welcher sich die Polythalamien durch Eier fortpflanzen sollen. Kugelige Körperchen, welche leicht für Eier zu halten wären, hat auch DUJARDIN in den Kammern einiger *Rotaliden* beobachtet;⁴ dieselben Körperchen sah auch SCHULTZE in den *Rotaliden*; nach seinen Untersuchungen spricht aber Nichts für die Ansicht, dass diese aus moleculären Körnchen bestehenden Körperchen, welche selbst durch die concentrirtesten Säuren und Alkalien nicht gelöst werden, Eiern entsprechen. Neuerdings beschrieb CARPENTER kugel- oder eiförmige, zuweilen auch in Theilung begriffene hartschalige Körperchen aus den oberflächlich gelegenen Kammern des *Orbitulites*, welche er geneigt ist für Fortpflanzungszellen zu halten; allein nach MOSELEY sollen diese, im leben-

den Zustand grünen Körperchen nichts Anderes, als eingewanderte einzellige Algen sein;¹ sie wären daher mit den von uns weiter oben als Pseudochlorophyll-Körperchen benannten Körpern identisch.

Aus Alledem geht hervor, dass bei den Polythalamien derzeit blos eine Fortpflanzungsart bekannt ist, welche durch innere Sprösslinge erfolgt, deren Entwicklung aber nicht näher bekannt ist; wollte man dieselbe mit einer von den bei Monothalamien bekannten Fortpflanzungsarten in Beziehung bringen, so könnte mit BÜTSCHLI² blos an die Fortpflanzung der Arcellen durch eine amöbenartige innere Brut gedacht werden.

c) *Holiozoën*.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die gewöhnlichste Fortpflanzungsart der Protisten, nämlich die einfache Zweitheilung, auch bei den Heliozoën allgemein vorkommt, obschon die Theilung bei nicht encystirten Heliozoën bisher blos an einigen Arten beobachtet wurde, so an *Actinosphaerium Eichhornii*, an *Acanthocystis turfacea* und *A. aculeata*, an *Actinolphus pedunculatus* und an *Clathrulina elegans*;³ über die Details des Theilungsprocesses, namentlich über das Verhalten des Kernes während der Theilung ist uns so viel wie gar Nichts bekannt. Interessant ist die von HAECKEL an *Actinosphaerium* und an zwei *Rhizomoneren*, nämlich *Protomyxa* und *Myxastrium* angestellte Beobachtung, wonach bei einer künstlichen Zerstückelung dieser Rhizopoden jedes Stück selbstständig weiter lebt;⁴ dasselbe beobachtete GREEFF ausser an *Actinosphaerium* auch noch an dem bereits oben erwähnten amöbenartigen Rhizopoden, der *Pelomyxa*.⁵

Viele Heliozoën encystiren sich, indem sie sich

¹ BÜTSCHLI, BRONN's Class. u. Ordn. etc. 139.

² Op. cit. 142.

³ Vgl. R. GREEFF, Ueber *Actinophrys Eichhornii*, etc. AMA. III. (1867) 396. — Derselbe: Die Radiolarien und radiolarienartigen Rhizopoden des süsssen Wassers. AMA. XI. (1875) 1. — CIENKOWSKI, Ueber *Clathrulina*, eine neue Actinophryen-Gattung. AMA. III. (1867) 311. — F. E. SCHULZE, Rhizopodenstudien I. AMA. X. (1874) 328. — Derselbe: Rhizopodenstudien II. ibidem 377. — R. HERTWIG und E. LESSER, Ueber Rhizopoden und denselben nahestehende Organismen. AMA. X. Bd. Supplementheft. (1874) 35. — R. HERTWIG, Ueber den Bau und die Entwicklung der Heliozoën. JZ. f. Naturwissenschaft. XI. (1877) 331.

⁴ Studien über Moneren. 34.

⁵ Diss. cit. AMA. III. 396.

¹ Vgl. BÜTSCHLI, BRONN's Class. u. Ordn. etc. 141.

² Vgl. SCHULTZE, Die Gattung *Cornuspira* etc. 295.

³ BÜTSCHLI, BRONN's Class. und Ordn. etc. 69 und 141.

⁴ M. SCHULTZE, Ueber den Organismus der Polythalamien. 26.

zum Theilen anschicken; hierher gehören, unter den von uns zu den Heliozoën gerechneten Rhizomoneren, die *Vampyrellen*, welche, wie bereits aus den Untersuchungen von LÜDERS,¹ hauptsächlich aber von CIENKOWSKI² und von HAECKEL³ bekannt ist, in vier gleiche Partien getheilt ihre Cysten ver-lassen.

Einen im encystirten Zustand sich vollziehenden Theilungsprocess beschrieb ausserdem CIENKOWSKI⁴ bei *Actinophrys Sol*; ferner ebenfalls CIENKOWSKI,⁵ SCHNEIDER⁶ und E. F. SCHULZE⁷ bei *Actinosphaerium Eichhornii*. Letzterer ist in den Details einer der interessantesten Fortpflanzungsvorgänge bei den Protisten.

Actinophrys Sol sondert, nachdem sie ihre strahligen Pseudopodien eingezogen hat, eine scharf contourierte Cyste ab; das Rindenplasma verliert die schaumige Structur, das Entoplasma aber verdichtet sich zu einer, von dem veränderten Ectoplasma als einer hellen Zone umgebenen dunklen Kugel. Einige Stunden nach erfolgter Encystirung theilt sich die (offenbar dem kernhaltigen Entoplasma entsprechende) innere compacte Plasmakugel in zwei Tochterkugeln, deren jede für sich eine runzlige, mit nach innen gekehrten knopfartigen Erhöhungen bedeckte Cyste absondert. Inzwischen ist die gemeinsame äussere Hülle verschwunden, und auch von der aus der schaumigen Schicht des Ectoplasmas herstammenden hellen Zone sind nur einige Körnchen zurückgeblieben. Nach längerer Ruhe sieht man die Hülle dieser Cysten anschwellen und zum Schluss sich auflösen, wo dann die blos aus einem Theil des Plasma-leibes (dem Entoplasma) des mütterlichen Protisten gebildete Actinophrys zu activem Leben erwacht.

Auch bei den *Actinosphaerien* beginnt die Encystirung damit, dass sich das Entoplasma — nachdem die Pseudopodien eingezogen wurden — bedeu-

tend verdichtet und seine schaumige Structur vollständig verliert, während sich auch im Ectoplasma die Vacuolen verkleinern. Hierauf wird an der ganzen Oberfläche eine geschichtete, schleimig-gelatinöse Cyste abgesondert, innerhalb welcher der Actinosphaerien Leib durch regelmässig wiederholte Theilungen — wie bei der regulären holoblastischen Eitheilung — beiläufig in 10 bis 30 Theile zerfällt. Das Endergebniss des Theilungsprocesses ist, dass die je einen einzigen Kern einschliessenden Theilungs-Sprösslinge eine dicke, an der äusseren Oberfläche rauhe und am Durchschnittsbild meist sechseckige Kiesel-schale absondern.

Nach SCHULZE nimmt die Zahl der Kerne der Actinosphaerien vor Beginn der Theilung zusehends ab; von 100 und mehr Kernen bleiben blos ca. 20 bis 30 zurück, doch gelang es ihm nicht zu entscheiden, ob die Abnahme durch Verschmelzung mehrerer, oder aber durch eine einfache Auflösung eines Theils der Kerne bedingt ist.

Dem gegenüber soll die Verminderung der Kerne nach den Untersuchungen von SCHNEIDER auf folgende Weise vor sich gehen. Das Plasma theilt sich in mehrere Kugeln, welche nicht einen, sondern mehrere, ca. 8 bis 10 Kerne enthalten, und sich zu je zweien mit einer zarten Hülle umgeben, innerhalb welcher jede polynucleäre Kugel ihre eigene Kiesel-schale absondert, nach deren Entwicklung die gemeinsame zarte Hülle verschwindet. In diesem vielkernigen Zustand verblieben die encystirten Theilungssprösslinge vom Juli bis December, worauf die zahlreichen kleinen Kerne zu einem einzigen, grossen Kern verschmolzen (*Eizustand* nach SCHNEIDER). Im Mai zerfielen endlich die Kiesel-schalen und aus jeder kam je ein, wieder mit zahlreicheren Kernen versehenes Actinosphaerium hervor.

Gestützt auf diese Beobachtungen entwirft SCHNEIDER von der Fortpflanzung und Entwicklung des Actinosphaerium folgendes Bild: «Aus dem einkernigen in der Kieselcyste eingeschlossenen Ei geht durch einen Furchungsprocess des Kernes eine vielkernige Actinophrys hervor. Diese wächst, ernährt sich und begattet sich durch Aneinanderlegen mit anderen Individuen, dann theilt sie sich, wie durch die Beobachtungen LIEBERKÜHN's, STEIN's und CIENKOWSKI's bekannt ist, während des freien Lebens. Schliesslich theilt sie sich in einer anderen Weise, indem alle Fortsätze eingezogen werden und die Theilproducte eine kieselhaltige Cyste erhalten. In

¹ Einige Bemerkungen über Diatomeen-Cysten und Diatomeen-Schwärmsporen. Bot. Zeitung. 18. Jahrg. 1860. Nro 48. S. 377.

² Beiträge zur Kenntniss der Monaden. AMA. I. Bd. (1865) 218. und: Ueber einige Rhizopoden und verwandte Organismen. AMA. XII. Bd. (1876) 24.

³ Studien über Moneren und andere Protisten, 1870. 163.

⁴ Diss. cit. AMA. I. 227.

⁵ Diss. cit. 229.

⁶ Zur Kenntniss der Radiolarien. ZWZ. XXI. (1871) 507. Ferner: Bemerkungen zur Entwicklungsgeschichte der Radiolarien. ZWZ. XXIV. (1874) 579.

⁷ Rhizopodenstudien I. AMA. X. (1874) 342.

derselben findet nun der eigentliche Befruchtungsact durch Conjugation der Kerne statt, aus der die entwicklungsfähige Eizelle hervorgeht.»¹

Dieser Ansicht gegenüber muss hervorgehoben werden, dass das Zustandekommen des einzigen Kerns der «Eizelle», durch Verschmelzen mehrerer Kerne von SCHNEIDER nicht direct beobachtet, sondern bloß gefolgert wurde, weshalb die Bildung der «Eizellen» durch eine Art Befruchtungsprocess nicht für nachgewiesen betrachtet werden kann. Es ist ferner zu bemerken, dass die Conjugation und ein vorübergehendes oder bleibendes Verschmelzen wohl zu unzähligen Malen bei den Actinosphaerien beobachtet wurde, ja dass es sogar CIENKOWSKI² gelang, durch Abschneiden einzelner Kugelsegmente die einander genäherten Actinosphaerien auch künstlich zu zweien bis zu fünfzen zum Verschmelzen zu bringen: trotzdem ist aber nichts darüber bekannt, in welche näheren Beziehungen das Plasma, eventuell auch die Kerne der conjugirten Individuen während der Conjugation zu einander treten, weshalb man auch nicht berechtigt ist diesen Process geradezu für eine *Begattung* zu halten. Endlich verdient hervorgehoben zu werden, dass die Abstammung der zahlreichen Kerne der die Kiesel-schalen verlassenden jungen Actinosphaerien von dem einzigen Kern der «Eizelle» durch Furchung auch von SCHNEIDER nur gemuthmasst wird, aber nicht mit Gewissheit beobachtet werden konnte.

Nach SCHULZE sind, wie erwähnt, die Theilungssprosslinge vom Anfang an einkernig und verlassen die Kiesel-schale in einer mit dem constant einkernigen *Actinophrys Sol* vollkommen übereinstimmenden Form, während die zahlreichen Kerne erst später während des freien Lebens, auf eine nicht näher bekannte Weise zu Stande kommen. Wie die theilweise abweichenden Ergebnisse der beiden Forscher mit einander in Einklang zu bringen sind, dürften erst weitere Forschungen entscheiden; einstweilen ist nur so viel als gewiss bekannt, dass die mit harten Kiesel-schalen versehenen Theilungssprosslinge der Actinosphaerien nach längerer Ruhe, offenbar stets nach Ueberwintern, als einkernige Actinophryen oder als vielkernige Actinosphaerien auftreten. Der ganze Process erinnert an die von BUCK bei *Arcella vulgaris* beobachtete und oben erwähnte Bildung von Ruhe-sporen.

¹ Diss. cit. ZWZ. XXI. (1871) 510.

² Diss. cit. AMA. I. (1865) 229.

Mit mehr Berechtigung dürfte die von HAECKEL an einem im Puerto del Arrectife entdeckten actinophrysartigen Rhizomoneren, dem *Myxastrum radians* beobachtete Fortpflanzungsart als Sporenbildung bezeichnet werden. Dieser Moner contrahirt sich bei der Fortpflanzung zu einer Kugel, umgibt sich mit einer Cyste und zerfällt nach einer Ruhezeit, durch radiäre Theilung in zahlreiche, zuerst abgerundete, bald in Spindelform übergehende Plasmamassen, welche an ihrer Oberfläche eine dicke Kiesel-schale absondern. Vereinzelte Sporen könnten vermöge ihrer Form und der Kieselpanzer leicht mit Naviculen verwechselt werden; nach längerer Ruhe sah HAECKEL aus denselben kleine Myxastren auskriechen.¹

Bei sämtlichen bisher behandelten Fortpflanzungsarten kommt den Theilungshälften, beziehungsweise der jungen Generation bereits die charakteristische Organisation der entwickelten Heliozoen zu, von welchen sie höchstens durch Grössenverhältnisse oder geringere Anzahl der Kerne abweichen. Durch die neueren Forschungen wurde aber auch eine mit Metamorphose verbundene Fortpflanzung bekannt, bei welcher die junge Generation in der Form von monadenartigen Flagellaten mit ein bis zwei Geissel-fäden erscheint, und erst nach einem Schwärmzustand von gewisser Dauer wieder zur Rhizopodenform zurückkehrt.

Eine ähnliche Schwärmerbildung ist, wie oben erwähnt wurde, nach den Untersuchungen von R. HERTWIG und CIENKOWSKI auch bei der monothalamen *Microgromia socialis* bekannt.

Diese Schwärmerbildung wurde von CIENKOWSKI bei einem Rhizomonere, dem *Protomonas* (*Monas Cienk.*) *amyli*,² bald aber auch bei einigen anderen sehr einfach organisirten, aber mit Kernen versehenen actinophrysartigen Rhizopoden (*Pseudospora parasitica*, *Ps. Nittellarum*, *Pr. Volvocis*) entdeckt, welche von ihm mit der vorigen zu der als «*Monadinae zoosporae*» bezeichneten Gruppe zusammengefasst wurden.³ Eine ähnliche Schwärmerbildung wurde von HAECKEL bei zwei von ihm entdeckten Rhizomoneren, nämlich bei *Protomyxa aurantiaca*,⁴ sowie bei *Pro-*

¹ Studien über Moneren. 34.

² Zur Genesis eines einzelligen Organismus. Bull. de la Classe. phys. math. de l'Acad. de Saint-Petersbourg. Tome XIV. (1856) 261.

³ Beiträge zur Kenntniss der Monaden. AMA. I. (1865) 213.

⁴ Stud. üb. Moneren 71.

*tomonas Huxleyi*¹ beschrieben. Alle diese höchst einfach organisirten Heliozoen encystiren sich zur Fortpflanzung, um nach einer gewissen Ruhepause in eine aus monadenartigen Flagellaten bestehende Brut zu zerfallen; letztere kehrt erst nach einem Schwärmzustand von kürzerer oder längerer Dauer zur Rhizopodenform zurück. Manche von diesen Schwärmern können, wie die Schwärmer der Myxomyceten, zu Plasmodien verschmelzen; insbesondere wurde dies von CIENKOWSKI bei *Protomonas amyli*, sowie von HAECKEL bei *Protomyxa aurantiaca* beobachtet.

Die Fortpflanzung durch Geisselschwärmer ist aber nicht nur bei sehr einfachen, sondern auch bei höher organisirten Heliozoen, namentlich bei *Clathrulina elegans* und *Acanthocystis aculeata* bekannt.

Das Verdienst, die Schwärmerbildung bei *Clathrulina* entdeckt zu haben, gebührt CIENKOWSKI.² Dieses interessante Heliozoum, welches von einer, an einem langen starren Stiel sitzenden, in regelmässigen Abständen von grossen kreisförmigen Oeffnungen durchbrochenen, höchst zierlichen kugeligen Kieselschale umschlossen ist, vermehrt sich längere Zeit hindurch einfach durch Zweitheilung, zieht dann die Pseudopodien ein, contrahirt sich innerhalb der Schale zu einer Kugel und zerfällt durch wiederholte Theilung in vier Parteien, deren jede sich kugelig abrundet und eine harte, nach GREEFF mit Stacheln besetzte Schale absondert;³ hierauf folgt eine mehrere Monate, vermuthlich den ganzen Winter hindurch dauernde Ruhezeit. Nach Ablauf dieser Ruheperiode wird jede dieser Cysten von einem Schwärmer verlassen, welcher im vorderen aus homogenem Plasma bestehenden Ende seines ovalen Leibes einen bläschenförmigen Kern, im hinteren Ende zahlreiche dunkle Körnchen einschliesst und, aus der Bewegung zu schliessen, jedenfalls mit ein bis zwei Geisselfäden versehen ist. Diese Schwärmer bleiben, grosse Kreise beschreibend, ein bis zwei Stunden lang in Bewegung, contrahiren sich dann zu Kugeln und senden radiäre Pseudopodien aus; das Plasma gewinnt durch zahlreiche Vacuolen eine schaumige Structur; endlich wird ein Stiel und eine durchbrochene Kieselschale abgesondert und

hierdurch ist die Metamorphose der Schwärmer zur *Clathrulina* beendet.

Von HERTWIG und LESSER wurde bei demselben Rhizopoden eine andere Art von Schwärmerbildung beobachtet.¹ Bei dieser zerfiel der Körper der *Clathrulina* in drei ungleiche Theile, welche, durch die Schalenöffnungen ausgetreten, sich sofort zu Schwärmern verwandelten, an deren vorderem Ende HERTWIG und LESSER zwei zarte Geisselfäden, am hinteren zwei bis drei pulsirende Vacuolen beobachten konnten; demgemäss stimmen dieselben mit den Schwärmern von *Microgromia* in Allem überein. Wie CIENKOWSKI, konnten auch HERTWIG und LESSER die Schwärmer so lange beobachten, bis sie nach beendigem Schwärmzustand die Heliozoenform angenommen hatten.

Die Schwärmerbildung ist, wie bereits erwähnt, auch bei *Acanthocystis aculeata*, und zwar von HERTWIG² beobachtet worden. Letzterem Forscher sind wiederholt Exemplare begegnet, welche zwischen dem Protoplasmaleib und der aus Kieselstäbchen gebildeten Schale 2 bis 6 rundliche oder ovale Körper enthielten; letztere liessen im membranlosen schaumigen Plasma je einen bläschenartigen Kern unterscheiden. An einzelnen dieser Körper entwickelten sich, nachdem sie durch die Schale ins Freie gelangten, zwei Geisselfäden, mit deren Hilfe sie sich schwerfällig hin- und herwälzten. Die weitere Entwicklung konnte aber HERTWIG nicht erforschen, weshalb er auch die Frage, ob es Schwärmer von *Acanthocystis* oder parasitische Organismen waren, unentschieden lässt.

Dass sich Parasiten nicht selten in Heliozoen einnisten, wird eben durch die Untersuchungen von HERTWIG über *Actinophrys Sol* bewiesen. HERTWIG sah nämlich aus *Actinophrys* lebhaft wimmelnde Flagellaten von winziger Gestalt sehr zahlreich ausschwärmen, welche wahrscheinlich von parasitischer Natur sind und dem Entwicklungsgang von *Actinophrys* nicht angehören.³

Aehnlicher Natur mögen die sich in Flagellaten umwandelnden kleinen Amoeben sein, welche GREEFF aus *Actinosphaerium* ausschwärmen sah⁴ und welche, wie GREEFF an einer anderen Stelle erwähnt

¹ Op. cit. 169.

² Ueber *Clathrulina*, eine neue *Actinophryen*-Gattung. AMA. III. (1867) 311.

³ Ueber Radiolarien und radiolarienartige Rhizopoden des süsssen Wassers. AMA. V. (1869) 467.

¹ Ueber Rhizopoden etc. AMA. X. Suppl. (1874) 231.

² Studien über Rhizopoden. JZ. XI. (1877) 339.

³ Diss. cit. 340.

⁴ Sitzungsber. d. niederrh. Gesellsch. 1871. Jan. Vgl. HERTWIG, diss. cit.

mit den aus *Pelomyxa* ausschwärmenden Amöben vollkommen übereinstimmen;¹ sind aber jene in der That Parasiten, so werden wohl auch die Schwärmer von *Pelomyxa* nichts anderes sein.

Wie immer sich auch die Sache hinsichtlich der letzterwähnten Schwärmer von zweifelhafter Natur verhalten mag: soviel ist, insbesondere nach den genauen Forschungen von CIENKOWSKI, HAECKEL und von HERTWIE gewiss, dass Geisselschwärmer, als jugendliche Form, bei zahlreichen Heliozoën, und wie im Obigen ausgeführt wurde, auch bei gewissen Monothalamien (*Microgromia*) vorkommen, woraus mit Recht gefolgert werden darf, dass Flagellaten und Heliozoën im intimsten Verwandtschaftsverhältniss zu einander stehen, sowie dass offenbar sämtliche Rhizopoden mit den Flagellaten einem gemeinsamen Stamm entsprossen. Die Richtigkeit dieser Ansicht wird — selbst wenn man von den Radiolarien, welche hierzu, wie weiter unten gezeigt werden soll, die gewichtigsten Beweisgründe liefern, vorläufig gänzlich absehen will — noch besonders durch die Thatsache bekräftigt, dass manche Protisten, wie es scheint, je nach den gegebenen Umständen die Rhizopoden-Form ohne alle Encystirung, binnen sehr kurzer Zeit mit der Flagellatenform zu vertauschen vermögen. Diese interessante Beobachtung machte CIENKOWSKI an dem, dem *Actinophrys* sehr nahe stehenden *Ciliophrys infusionum*, welches, nach Einziehung der radiären Pseudopodien, aus dem, den zarten Kern enthaltenden vorderen Ende seines oval gewordenen Leibes einen einzigen feinen langen Geisselfaden ausschickte und in der Flagellatenform sogleich zu schwärmen anfang.²

Dasselbe wurde von BÜTSCHLI an einem von *Ciliophrys* genetisch kaum verschiedenen anderen Heliozoën beobachtet.³ Ausserdem sind noch amöbenartige Rhizopoden bekannt, welche ausser den fingerförmigen Pseudopodien vorübergehend oder bleibend eine Geissel besitzen; hierher gehören die von CLAPARÈDE und LACHMANN beschriebene *Podostoma filigerum*,⁴ die CARTER'sche *Amoeba monociliata*,⁵ — die *Mastigamoeba aspera* F. E.

¹ *Pelomyxa palustris* etc. AMA. X. (1874) 68.

² Ueber einige Rhizopoden etc. AMA. XII. (1876) 29.

³ Beiträge zur Kenntniss der Flagellaten etc. ZWZ. XXX. (1878) 269.

⁴ Etud. II. 441.

⁵ On freshwater Rhizopoda of England and India. Annal. of nat. history, 1864. Vgl. SCHULZE's unten cit. Abhdlg. 583.

SCHULZE's,¹ die von TATEM frei schwimmend beobachtete Amöbe,² und STEIN's *Cercomonas ramulosa*;³ bei letzterer stehen die Rhizopoden- und Flagellatencharaktere in so innigem Zusammenhang, dass es in der That ganz von individuellem Gutdünken abhängt, ob man diesen eigenthümlichen Protisten unter die Rhizopoden, oder mit STEIN unter die Flagellaten einreicht.

Wie bereits oben erwähnt, ist die Conjugation bei *Actinosphaerium Eichhornii* eine sehr häufige Erscheinung; nach der durch KÖLLIKER erfolgten Entdeckung der Conjugation⁴ wurde dieselbe von COHN,⁵ CLAPARÈDE und LACHMANN⁶ und vielen anderen Forschern beobachtet.

Eben so häufig ist die Conjugation bei der Gattung *Actinophrys*, wo sie von STEIN,⁷ dann von CLAPARÈDE und LACHMANN,⁸ GRENACHER⁹ sowie von HERTWIG und LESSER¹⁰ beschrieben wurde. Bei dem, den Actinophryen nahe stehenden *Ciliophrys infusionum* wurde die Conjugation von CIENKOWSKI gleichfalls, und zwar sowohl an den rhizopodenförmigen Individuen, als auch an den Schwärmern beobachtet.¹¹ Bei den Actinophryen ist die Conjugation so häufig, dass man zuweilen mehr conjugirte, als einzelne Exemplare antrifft.

Bei allen den Genannten conjugiren sich nicht blos zwei, sondern auch Gruppen von mehreren, zuweilen 7 bis 9 Individuen, welche, wie GRENACHER sehr zutreffend bemerkt, einer Hand voll zusammenhängender Kletten gleichen. Die conjugirten Individuen verschmelzen für eine gewisse Zeit vollkommen, um sich dann, wie es scheint ganz unverändert, wieder

¹ Rhizopodenstudien V. AMA. XI. (1875) 583.

² On freeswimming Amöbe. M. micr. j. I. 352. Vgl. BÜTSCHLI, diss. cit. 271.

³ Der Organ. der Infus. III. I. Hälfte (1878) Taf. I. IV. Abth. Fig. 1—5.

⁴ Ueber das Sonnenthierchen, *Actinophrys* Sol. ZWZ. I. (1849) 207.

⁵ v. SIEBOLD, Ueber die Conjugation des Diplozoon paradoxum, nebst Bemerkungen über den Conjugations-Process der Protozoën. ZWZ. III. (1851) 66.

⁶ Etudes, III. 222.

⁷ Die Infusionsthiere etc. 151.

⁸ Op. cit. loc. cit.

⁹ Ueber *Actinophrys* Sol. Verh. d. phys. med. Gesellschaft. zu Würzburg. N. F. I. 1868. Vgl. HERTWIG und LESSER, diss. infr. cit.

¹⁰ Ueber Rhizopoden etc. AMA. X. Supplem. (1874) 174.

¹¹ Ueber einige Rhizopoden etc. AMA. XII. (1876) 30.

zu trennen. Ob der Conjugation irgend welcher Einfluss auf die Fortpflanzung zukommt, darüber ist nichts Gewisses bekannt, und sind die diesbezüglichen Ansichten sehr abweichend. COHN vermuthet — offenbar die Conjugation niederer Algen und Pilze vor Augen haltend — in der Conjugation des *Actinosphaerium* einen für die Fortpflanzung wichtigen Vorgang; derselben Ansicht ist auch v. SIEBOLD, der die von STEIN bei *Podophrya*, von ihm selbst bei einer *Acinetine*, dann von KÖLLIKER und von COHN bei *Actinosphaerium* beobachtete Conjugation einerseits mit der der einzelligen Algen, anderseits mit den zu Diplozoën conjugirten Diporpa-Zwillingen vergleicht; neuestens wurde sogar, wie oben bereits betont, die Conjugation bei *Actinosphaerium* von SCHNEIDER geradezu als «*Begattung*» bezeichnet. Dem gegenüber steht die Conjugation bei den Actinophryen nach STEIN mit der Fortpflanzung in keinerlei innigeren Beziehungen; dieser Forscher sieht im ganzen Vorgang nicht mehr, wie eine zeitweilige Vereinigung zweier oder mehrerer Individuen zu einer Familie oder Colonie.¹ CLAPARÈDE und LACHMANN scheinen zwar zur STEIN'schen Auffassung hinzuneigen, hüten sich aber eine bestimmte Ansicht zu äussern, überlassen es vielmehr ganz den Philosophen: über den physiologischen Werth der Conjugation Betrachtungen anzustellen.² HERTWIG und LESSER endlich äussern sich auf folgende Weise: «Wir beobachteten, wie eine Gruppe von vier Actinophryen zuerst in zwei Hälften zerfiel und diese sich abermals theilten. Von den vier so entstandenen einzelnen Individuen blieben zwei auch weiterhin getrennt, die zwei anderen verschmolzen von Neuem, ohne dass die Vereinigung jedoch längere Zeit Bestand gehabt hätte. Der ganze Verlauf und die Verbreitungsweise der Conjugation bei der Actinophrys Sol macht auf uns mehr den Eindruck eines zufälligen, für die Lebensverrichtungen wenig bedeutsamen Vorganges. Zwei Actinophryen begegnen einander und verstricken sich mit ihren zahlreichen Pseudopodien. Vermöge der Langsamkeit ihrer Bewegungen bleiben sie lange mit einander in Berührung, und wird so dem Protoplasma Gelegenheit gegeben, seine Tendenz zur Anastomosenbildung zu bethätigen, vermöge deren die Individuen mehr und mehr zusammenfliessen. Eine Bedeutung für das Leben der Actinophrye würde dann

die Verschmelzung mehrerer Individuen nur in so fern besitzen, als die Nahrungsaufnahme durch sie jedenfalls erleichtert wird. Denn es ist verständlich, dass fremde Organismen der grösseren feindlichen Form weniger leicht ausweichen können, und dass auch grössere Thiere von dem Pseudopodienwald einer Gruppe schneller überwältigt werden, als dies bei isolirten Individuen der Fall sein würde.¹

Alle die angeführten Deutungen genügen meines Erachtens nicht, um irgend einen möglichen Zusammenhang zwischen Conjugation und Fortpflanzung auszuschliessen; denn wenn das Plasma bei den Actinophryen und Actinosphaerien, wie STEIN gegenüber von CLAPARÈDE und LACHMANN, sowie von HERTWIG und LESSER bestimmt behauptet wird, zeitweilig vollständig verschmilzt: so ist die SCHNEIDER'sche Annahme² gewiss berechtigt, wonach die conjugirten Individuen während diesem vollständigen Verschmelzen Plasmatheilchen (die mit zahlreichen Kernen versehenen Actinosphaerien vielleicht sogar Kerne) austauschen, was auf die Fortpflanzung durch Theilung der conjugirt gewesenen Individuen vorthellhaft sein kann; mindestens ist das nach Allem, was über die Conjugation der Ciliaten bis heute bekannt geworden, eine berechtigte Annahme. Anderseits muss aber auch hervorgehoben werden, dass die STEIN'sche Auffassung von den conjugirten Actinophryen als temporäre Colonieenbildung, gleichfalls eine Stütze gewann in jenen, heute bereits in mehrfacher Zahl bekannten Heliozoën, welche in Colonieen von zahlreichen Individuen leben, und bei welchen die einzelnen Individuen durch Pseudopodien oder durch eigene, dickere Plasmabänder zusammengehalten werden. Hierher gehören zwei Rhizomoneren, das von HAECKEL beschriebene *Myxodictyum sociale*³ und die von AIMÉ SCHNEIDER beobachtete *Monabia confluens*;⁴ ferner zwei, Kerne führende actinophrysartige Heliozoën: *Rhaphidiophrys elegans* von HERTWIG und LESSER,⁵ sowie das von GREEFF beschriebene *Sphaerastrum conglobatum*.⁶ Nach allem Angeführten muss beim heutigen Stand der Frage

¹ Op. cit. 175.

² Diss., cit. ZWZ. XXI. (1871) 510.

³ Stud. üb. Moneren, 38.

⁴ Arch. zoolog. expér. VII. Vgl. BÜTSCHLI, in BRONN's Class. u. Ord. etc., Taf. XIV. Fig. 3.

⁵ Ueber Rhizopoden etc., AMA. X. Supplementh. (1874) S. 217.

⁶ Ueber Radiolarien etc., AMA. XI. (1875) 29.

¹ Op. cit. 160.

² Etudes, II. 235.

die Entscheidung über die physiologische Bedeutung des bei den Heliozoën beobachteten Conjugationsprocesses, zwar weniger von den Philosophen, wohl aber von weiteren Untersuchungen erwartet werden.

Will man nun alles über die Fortpflanzungsart der Heliozoën Bekannte zusammenfassen, so ergibt sich, dass ihre Fortpflanzung durch eine, bald in freiem, bald in encystirtem Zustand vor sich gehende Theilung erfolgt; die Theilungssprosslinge umgeben sich häufig mit einer harten Schale, innerhalb welcher dieselben längere Zeit ruhen; diese Theilungssprosslinge können füglich Ruhesporien genannt werden. Bei zahlreichen Heliozoën tummeln sich die Theilungssprosslinge als mit einem oder zwei Geisselfäden versehene Flagellaten umher und kehren erst nach abgelaufener Schwärmerperiode wieder zur Heliozoën-Form zurück.

d) Radiolarien.

Die Schwärmerbildung, welche — wie wir eben sahen — auch bei einigen anderen Rhizopoden, insbesondere aber bei den Radiolarien so nahe stehenden Heliozoën beobachtet wurde, scheint bei den Radiolarien die allgemeinste, obschon unvollkommen erforschte Fortpflanzungsart zu repräsentiren.

Bereits JOHANNES MÜLLER, der die Radiolarien zuerst eingehend studirte, thut bei einem, im Jahre 1856 beobachteten *Acanthometra* kleiner infusorienartiger Körperchen Erwähnung, welche in der Centralkapsel wimmelnde Bewegungen ausführen und von welchen er mit Wahrscheinlichkeit annimmt, dass sie nicht für monadenartige parasitische Organismen, sondern für die junge Brut der *Acanthometren* zu halten sind.¹ Ähnliche Körperchen fand SCHNEIDER in der Centralkapsel von *Thalassicolla nucleata*.² HAECKEL sprengte die von wimmelnden Körperchen erfüllte Centralkapsel von *Sphaerocozium punctatum* und fand ca. 0,008 bis 0,010 mm. grosse, wasserklare Bläschen von kugeligen oder elliptischen Contouren, welche je einen wetzsteinförmigen Krystall enthielten und nach etwa 10 Minuten anhaltenden sehr lebhaften Bewegungen abstarben.³ Hierauf gestützt hält HAECKEL die Centralkapseln geradezu für *Fortpflanzungs-Organen*.

Viel genauer wurde die Schwärmerbildung von CIENKOWSKI bei der Gattung *Callosphaera* und bei *Callozoum inerme*,¹ insonderheit aber von R. HERTWIG gleichfalls bei *Callozoum inerme*, sowie bei *Thalassicolla nucleata* beobachtet.² Nach diesen Untersuchungen lässt sich die Schwärmerbildung bei Radiolarien im Folgenden zusammenfassen.

Bei den Radiolarien lassen sich zweierlei, nämlich: mit wetzsteinförmigen Krystallen versehene, und solcher entbehrende Schwärmer unterscheiden. Krystalle führende Schwärmer wurden beobachtet: bei *Sphaerocozium punctatum*, bei den *Callosphaeren* und bei *Callozoum inerme*; Schwärmer ohne Krystalle bei *Thalassicolla nucleata* und bei *Callozoum inerme*, welches letztere also zweierlei Schwärmer besitzt; CIENKOWSKI fand in einer und derselben Colonie Individuen mit krystalleführenden Schwärmern in der Centralkapsel, und andere, in welchen sich Schwärmer ohne Krystalle bildeten. Letztere Beobachtung wird von HERTWIG als irrtümlich bezeichnet; nach diesem Forscher sind in einer und derselben Colonie entweder alle Individuen mit krystalleführenden oder mit krystallfreien Schwärmern versehen, und ist er zur Annahme geneigt, dass die unter dem Namen *Callozoum inerme* zusammengefassten Radiolarien zwei verschiedenen Arten angehören, obschon ihm der Nachweis von Arten-Unterschieden nicht gelang. Zwischen den in den nämlichen Individuen von *Callozoum inerme* gebildeten krystallfreien Schwärmern fand HERTWIG den weiteren Unterschied, dass es grosse Schwärmer (*Makrosporen*) und kleine Schwärmer (*Mikrosporen*) gibt; letztere sind um die Hälfte kleiner und stehen mit den ersteren durch keine Uebergangsformen im Zusammenhang.

Die krystallführenden Schwärmer sind von ovaler, gegen das vordere Ende zu gespitzter Körperform. Das vordere Drittel ist nicht granulirt, homogen und wird beinahe ganz durch den, gleichfalls homogenen Kern gebildet; von diesem Körperende geht der einzige (HERTWIG) oder doppelte (CIENKOWSKI) feine, lange Geisselfaden aus. In der Längsachse, dem hinteren Körperende genähert, befindet sich der von einer Gruppe fettartig glänzender Schöllehen umgebene wetzsteinförmige Krystall, welcher in Säuren

¹ Vgl. HAECKEL, Die Radiolarien. 141.

² Ueber neue Thalassicollen von Messina. AAP. (1858) 41.

³ Op. cit. 142.

¹ Ueber Schwärmerbildung bei Radiolarien. AMA. VII. (1871) 371.

² Zur Histologie der Radiolarien. (1876) 25 u. 48.

und Alkalien zwar unlöslich ist, aber nach längerer Einwirkung dieser Reagentien etwas zusammenschrumpft, woraus HERTWIG auf eine nicht anorganische, sondern organische Substanz folgert.

Die Krystalle entbehrenden Schwärmer sind von obigen ausser durch den fehlenden Krystall, hauptsächlich durch die charakteristische Bohnen- oder Nierenform unterschieden; die einzige (nach CIENKOWSKI doppelte) Geissel geht von dem vorderen Vorsprung neben der Ausbuchtung des Schwärmers aus.

Die zweierlei Schwärmer sind von einander auch in der Entwicklung verschieden. Die krystalleführenden Schwärmer werden in der Weise gebildet, dass die Kerne in der Centralkapsel (die «wasserklaaren Bläschen» HAECKEL's) durch Theilung sich sehr zahlreich vermehren, wobei die in der Centralkapsel befindliche grosse Oelkugel allmählig verschwindet, dagegen um die Kerne Fettkörnchen sich anhäufen, und neben jedem Kern ein Krystall auftritt; endlich zerfällt die Substanz der ganzen Centralkapsel beinahe auf einmal in eine den Kernen entsprechende Anzahl Theile, welche sich dann zu Schwärmern umwandeln. Dem gegenüber theilt sich bei Bildung der Schwärmer ohne Krystalle die Substanz der Centralkapsel in keilförmige Parteen, welche sich mit Fetttropfen, die offenbar durch Zerfall der in der Centralkapsel enthaltenen grossen Oelkugel zu Stande gekommen sind, anfüllen und erst diese keilförmigen Parteen zerfallen in eine den vermehrten Kernen entsprechende Anzahl von Schwärmern.

Bei der Schwärmerbildung verschwindet auch die extracapsuläre Sarcod, d. h. sie wird vermuthlich auch zur Heranbildung der Schwärmer verbraucht, und mit der Entwicklung der jungen Brut sterben die Mutter-Radiolarien ab.

Wie sich nun die im Verhältniss sehr kleinen Schwärmer zu Radiolarien von stattlicher Grösse entwickeln, ist gänzlich unbekannt; keinem einzigen Forscher ist es bisher gelungen dieselben längere Zeit am Leben zu erhalten. Der von HERTWIG¹ vermuthete Geschlechtsunterschied zwischen kleinen und grossen Schwärmern stützt sich auf keine directen Beobachtungen und bleibt daher eben nur Vermuthung. Durch die bisherigen Beobachtungen ist nicht einmal die Möglichkeit ausgeschlossen, dass die Schwärmer überhaupt nicht zur Vermehrung, son-

dern zur Befruchtung bestimmt sind, was durchaus nicht ganz unwahrscheinlich scheint.

Gestützt auf die derzeitigen Kenntnisse über die Fortpflanzungsart der übrigen Rhizopoden, kann wohl mit Recht auch bei den Radiolarien neben der Schwärmerbildung noch eine andere Fortpflanzungsart vorausgesetzt werden; jedoch sind unsere Kenntnisse auch in dieser Richtung sehr fragmentarisch und befinden sich so gut, als im Stadium der Vermuthung. An dieser Stelle sei diesbezüglich nur so viel bemerkt, dass HAECKEL aus den verschiedenen Grössenverhältnissen der Colonieen bildenden Radiolarien (*R. Polyzoa*), sowie aus gewissen an den Centralkapseln derselben beobachteten Veränderungen den Schluss zog, dass die Radiolarien auch durch einfache Theilung der Centralkapsel, sowie auf endogem Wege, durch Zerfall der letzteren innerhalb der Membran in mehrere Tochterkapseln, sich vermehren.¹

3. Flagellaten.

Während die Kenntnisse von den übrigen Protisten-Gruppen durch Mitwirkung zahlreicher Forscher wesentlich gefördert wurden, waren die Flagellaten bis in die jüngste Zeit sowohl von Botanikern, wie von Zoologen unleugbar vernachlässigt; als ob sich Jedermann gescheut hätte, sich mit diesen Wesen zu befassen, deren charakteristisches Merkmal — wie CIENKOWSKI sagt —² darin besteht, dass sie den auf verschiedene Art veränderten Typus der pflanzlichen Zoospore darstellen; als ob die Flagellaten nicht gerade durch den Umstand ein ausserordentliches Interesse gewannen, dass deren mittelst Chlorophylls assimilirende Repräsentanten in einer ebenso ununterbrochenen Reihe zu den Algen hinüberführen, wie die chlorophyllfreien Formen, namentlich die *Monadinen* zu den Rhizopoden und Myxomyceten; und als ob ausser dem Gesagten nicht auch der Thatsache eine allgemeine Wichtigkeit zukäme, dass unter den Flagellaten, wie bereits oben angedeutet, gewisse mittelst Chlorophylls assimilirende Formen entsprechende, chlorophyllfreie «fressende» Parallel-Formen besitzen, wodurch die Einreihung gewisser Flagellaten in das Pflanzen-, anderer wieder in das Thierreich geradezu unmöglich, die

¹ Die Radiolarien. 145.

² Ueber Palmellaceen und einige Flagellaten. AMA. VI. (1870) 421.

¹ Diss. cit. 36.

Unterscheidung einer Pflanzen- und Thierreich verbindenden Protisten-Gruppe aber geradezu zur Nothwendigkeit wird. Naturgemässe Folge dieser allgemeinen Vernachlässigung ist eine, trotz der neueren Untersuchungen von JAMES CLARK, CIENKOWSKI, BÜTSCHLI, STEIN, G. JOSEPH, BERGH und A., sehr fragmentarische Kenntniss der Fortpflanzungsart der Flagellaten. Ausgenommen müssen blos die *Volvocineen* werden, deren interessante Fortpflanzung und Entwicklung durch die Untersuchungen ausgezeichneten Forscher (STEIN, PRINGSHEIM, COHN) sehr genau bekannt geworden sind. Zahlreiche wichtige Daten enthält die gross angelegte STEIN'sche Monographie,¹ liefert aber in ihrem vorliegenden un-abgeschlossenen Zustand kein vollständiges Bild von den lange Zeit hindurch fortgesetzten Untersuchungen des berühmten Forschers.

Zur leichteren Uebersicht der auf die Fortpflanzung bezüglichen Daten halte ich für zweckmässig die Flagellaten in drei Gruppen einzutheilen und die Fortpflanzung a) der chlorophyllhaltigen, b) der chlorophyllfreien Nudiflagellaten, und c) der Cilioflagellaten getrennt darzulegen.

a) Chlorophyllhaltige Nudiflagellaten.

Die innigste Verwandtschaft zwischen chlorophyllhaltigen Flagellaten und einzelligen Algen wird auch durch ihre Fortpflanzung bewiesen. Nach den Untersuchungen von CIENKOWSKI ist nämlich ein Theil der grünen Flagellaten hinsichtlich der Fortpflanzung und Entwicklung von den Palmellaceen in nichts verschieden, so dass die zwei Gruppen, nach dem genannten Forscher, mit vollem Recht vereinigt werden können. Hierher gehören namentlich von den durch CIENKOWSKI studirten Flagellaten *Chlamydomonas Pulvisculus*, *Euglena viridis* und *Cryptomonas ovata*,² welchen sich die übrigen Arten der Gattung *Chlamydomonas*, ferner *Chlamydococcus pluvisialis*, dann STEIN's *Phacotus lenticularis* und *Coccomonas orbicularis* anschliessen. Alle die Genannten, sowie die Palmellaceen³ sind dadurch charakterisirt, dass sie nach einem Schwärm-Zustand von verschiedener Dauer zur Ruhe gelangen, eine einfache oder geschichtete schleimig-gallertige Cyste absondern

(*Gloeococcusform*), innerhalb welcher sich durch wiederholte Theilung eine verschieden zahlreiche Tochtergeneration von Schwärmern heranzubildet. Durch eine mehrere Generationen umfassende Wiederholung des innerhalb der soeben erwähnten gallertigen Cyste ablaufenden Fortpflanzungsprocesses gehen die Schwärmer in die *Chroococcus-Form* über; zu Kugeln contrahirt umgeben sich dieselben mit derben Cellulosekapseln, aus welchen nach längerer Ruhe wieder eine sich in gallertigen Cysten vermehrende Generation ausschwärmt.

Dieser typische Verlauf der Fortpflanzung ist jedoch verschiedengradiger Modificationen fähig. So kommt es vor, dass gewisse Flagellaten nicht unbedingt in die ruhende *Gloeococcusform* übergehen, sondern sich auch während des Schwärmens in 2 bis 4 Tochtterschwärmer theilen können; dies ist beispielsweise nach COHN's Untersuchungen von *Chlamydococcus pluvisialis* bekannt.¹ Andererseits können die während der *Gloeococcusform* gebildeten Tochterzellen unmittelbar, ohne Schwärmzustand in die ruhende *Chroococcusform* übergehen; auch dies wurde von COHN bei *Chlamydococcus* beobachtet.

Die in der *Gloeococcusform* sich fortpflanzenden Flagellaten theilen sich gewöhnlich in 4, seltener 8, 16 oder noch mehr Tochterzellen; hiedurch werden aus mehr oder weniger Zellen bestehende Familien gebildet, deren Mitglieder gleichzeitig zu schwärmen beginnen. Zuweilen hört aber die Vermehrung bereits nach der ersten Zweitheilung auf; so ist, nach PERTY und STEIN, die innerhalb der gallertigen Cyste sich der Länge nach vollziehende einfache Zweitheilung von *Euglena viridis* schon längst bekannt; es wird sogar die gallertige Hülle zuweilen blos für eine kurze Ruhezeit abgesondert, und aus derselben geht wieder eine einzige Euglene hervor.

Dass aber die letzteren Fälle nicht als Regel gelten, dass sich vielmehr auch die Euglenen häufig in Familien von 4—8 und mehr Schwärmern theilen, wird durch die übereinstimmenden Forschungsergebnisse von COHN,² PERTY,³ FOCKE,⁴ STEIN⁵ und CIENKOWSKI⁶ bewiesen. Gerade bei *Euglena viridis*

¹ Nachträge zur Naturgeschichte des *Protococcus pluvisialis* Kütz. Nova Acta Ac. L. C. Vol. XX. 1850.

² Diss cit.

³ Zur Kenntniss etc. 78.

⁴ Physiolog. Stud. II. Hft. (1854) 12.

⁵ Die Infus. 6.

⁶ Diss. cit. Bot. Ztg. (1865) 24.

¹ Der Organismus etc., III. Th. 1. Abth. 1878.

² CIENKOWSKI, diss. cit.

³ Vgl. CIENKOWSKI, diss. cit.; ferner: Ueber einige chlorophyllhaltige Gloeocapsen. Bot. Ztg. 23. Jahrg. (1865) 21.

wurde ferner von COHN und PERTY die Beobachtung gemacht, dass dieselbe durch rasch auf einander folgende Theilungen in sehr zahlreiche, den gewöhnlichen an Grösse weit nachstehende Schwärmer zerfällt, wozu PERTY die richtige Bemerkung macht, dass bei Euglena — wie ein Botaniker sagen würde — *Makro-* und *Mikrogonidien* können unterschieden werden. Die Aufgabe dieser kleinen Schwärmer ist zur Zeit vollkommen unbekannt, und es lässt sich nur vermuthen, dass sie dieselbe Bestimmung haben, wie die Mikrogonidien verwandter Flagellaten, welcher weiter unten gedacht werden soll.

Eine andere Gruppe chlorophyllhaltiger Flagellaten steht hinsichtlich Fortpflanzung und Entwicklung in einem eben so innigen Zusammenhang mit den Characien unter den einzelligen Algen, wie die soeben behandelten mit den Palmellaceen.

Diese Flagellaten zerfallen innerhalb einer aus Cellulose bestehenden membranartigen Hülle, durch wiederholte Theilung des Plasmaleibes in 2—4—8 Tochterzellen, welche nach Berstung oder schleimigem Zerfliessen der Membran der Mutterzelle auschwärmen.

Diese Fortpflanzungsart ist bereits von EHRENBURG her bei *Chlorogonium euchlorum*, ferner aus den Untersuchungen von CIENKOWSKI¹ und STEIN² bei *Chlorangium* (*Colacium* Ehrb.) *stentorinum* bekannt; bei allen diesen Arten werden von STEIN neben den Makrogonidien auch noch Mikrogonidien von bisher unerforschter Bestimmung unterschieden.

In der nämlichen Weise geht nach STEIN die Fortpflanzung von *Spondylomorom quaternarium*³ vor sich, nur dass hier die 16 Tochtterschwärmer in einem volvoxartigen Familienstock vereinigt bleiben.

Eng an *Spondylomorom* schliessen sich, zumindest hinsichtlich der asexuellen Fortpflanzung, unter den eigentlichen Volvocineen* *Gonium pectorale*,

Pandorina Morum, *Eudorina elegans* und *Stephanosphaera pluvialis* an. Die Genannten, deren einzelne Schwärmer, wie bekannt, gänzlich übereinstimmend mit *Chlamydomonas* organisirt sind, bilden aus 8 (*Stephanosphaera*), 16 (*Gonium*, kleinere Form von *Pandorina* und *Eudorina*), oder 32 (grössere Form von *Pandorina* und *Eudorina*) Schwärmern bestehende, viereckige, tafelförmige (*Gonium*), ovale (*Pandorina*) oder kugelige (*Eudorina*), oder endlich innerhalb einer kugeligen gemeinsamen Hülle zu einem kreisförmigen Kranz gruppirte (*Stephanosphaera*) Familienstöcke, in welchen zur Fortpflanzungszeit jeder einzelne Schwärmer in 8, resp. 16 und 32 Tochtterschwärmer zerfällt; letztere verlassen die specielle Mutterhülle und die, meist gleichzeitig vorhandene gemeinsame Hülle des Familienstockes als mit den Schwärmern der Mutterkolonie an Zahl übereinstimmende junge Kolonien.¹

Bei den höchsten Vertretern der Volvocineen, nämlich den Arten der Gattung *Volvox* (1. *Volvox Globator* EHRB. und *V. Stellatus* EHRB. = *V. monicus* COHN; 2. *Volvox minor* STEIN = *V. aureus* EHRB. und *Sphaerosira Volvox* EHRB., *V. dioicus* COHN; 3. *V. Carteri* STEIN) findet unter den zu kugeligen Kolonien vereinigten Zellen eine Theilung der physiologischen Arbeit statt, und nur gewisse Zellen dienen zur Fortpflanzung. Bei den Volvocen ist der Familienstock, wie allgemein bekannt, aus zahlreichen, nach COHN² aus ca. 12,000 zu einer Kugelschale vereinigten kleinen chlamydomonasartigen Schwärmern zusammengesetzt, deren gallertig gequollene, hyaline Specialhüllen zu einer gemeinsamen Hülle des Familienstockes verschmolzen sind. Diese, mit je zwei Geisseln versehenen Zellen, welche durch 5 bis 7, die gemeinsame Hülle in horizontaler Richtung durchziehende Plasmafäden untereinander netzartig verbunden sind, betheiligen sich an der asexuellen Fortpflanzung gar nicht, und werden daher von COHN *sterile* oder *vegetative Zellen* ge-

¹ Diss. cit. AMA. VI. (1870) 427.

² Der Org. III. Taf. XIX.

³ Der Org. III. Taf. XVIII.

* Ohne die innige Verwandtschaft zwischen Volvocineen und Palmellaceen bezweifeln zu wollen, hielt ich es doch für zweckmässig, STEIN zu folgen, und die eigentlichen Volvocineen von den in einzelnen Individuen schwärmenden *Chlamydomonaden* und *Chlamydococcen*, sowie von den zwar Kolonien bildenden, aber von den wahren Volvocineen hinsichtlich des Baues der Schwärmer, der Zusammensetzung der Kolonien sowie der Fortpflanzung verschiedenen *Uroglenen*, *Syncrypten* und *Synuren* zu trennen.

¹ PERTY, Zur Kenntniss etc. — COHN, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte mikroskopischer Algen und Pilze. Nova Acta Acad. C. L. C. XXIV. (1853); ferner: Ueber eine neue Gattung aus der Familie der Volvocinen. ZWZ. IV. 1852. — FRESSENIUS, Ueber die Algengattung *Pandorina*, *Gonium* und *Rhaphidium*. Abh. d. Senckenberg. naturf. Ges. II. 1856. Vgl. STEIN, Der Org. III. 135. — PRINGSHEIM, l. cit. — SACHS, Lehrbuch der Botanik. 4. Aufl. (1874) 258.

² Die Entwicklungsgeschichte der Gattung *Volvox*. 1875. 15.

nannt. Die zur asexuellen Fortpflanzung dienenden grösseren, der Geisseln entbehrenden Zellen befinden sich in ziemlich gleichen Abständen innerhalb und unter der durch die sterilen Zellen gebildeten Schicht und sind gewissermassen in die Höhle der Familienkugel hineingesprosst; ihre Zahl beträgt nach STEIN bei *V. Globator* 8, bei *V. minor* 1 bis 9, zumeist aber 4,¹ bei der von CARTER in Ost-Indien in der Nähe Bombays entdeckten Art,² welche nach STEIN zwischen *V. Globator* und *V. minor* steht und von ihm nach seinem Entdecker als *V. Carteri* bezeichnet wurde, wieder 8, wie bei *V. Globator*. Diese zur asexuellen Fortpflanzung bestimmten Zellen, von COHN «Parthenogonidien» und von STEIN «Sprossform» genannt, vermehren sich, wie bereits EHRENBURG wusste, und durch die Studien von WILLIAMSON³ sowie von BUSK⁴ genauer bekannt wurde, durch rasch auf einander folgende Theilung in zahlreiche Zellen, welche innerhalb der Mutterkolonie zu Tochterkolonien vereinigt bleiben, deren Anzahl denen der Parthenogonidien entspricht; nachdem sich in diesen Tochterkolonien bereits sehr frühzeitig, auf eine nicht näher bekannte Weise, Parthenogonidien heranbilden, sind in dem in Fortpflanzung begriffenen Volvox bereits die Mutterzellen der Enkelgeneration enthalten.

Während die Volvocineen, wie aus Obigem erhellt, hinsichtlich der asexuellen Fortpflanzung durch Vermittelung von *Spondylomorum*, *Chlorogonium* und *Chlorangium* mit den *Characien*, andererseits durch die Gattungen *Chlamydomonas* und *Chlamydococcus* mit den *Palmellaceen* in enger Verbindung stehen: zeigen dieselben, insbesondere mit Rücksicht auf die Kolonienbildung, noch mit einer anderen Gruppe der durch Schwärmer sich fortpflanzenden niederen Algen (den Zoosporen), den Hydrodictyeen oder Pediatreen eine innige Verwandtschaft; der

Unterschied besteht blos darin, dass bei Letzteren die gleichfalls durch die innerhalb der Hülle erfolgende wiederholte Theilung der Mutterzelle gebildeten Schwärmer sich nur kurze Zeit hindurch bewegen, um bald darauf die Geisseln zu verlieren und sich verschiedenartig gruppirt zu unbeweglichen Kolonien umzuwandeln.

Ueber die Fortpflanzung eines Theiles der reinen Chlorophyll oder dessen lederfarbige Modification (Diatomin) enthaltenden Flagellaten ist derzeit sehr wenig oder gar nichts bekannt.

Die volvoxartige Kolonien bildenden und mit einander sehr nahe verwandten Flagellaten: *Uroglena Volvox*, *Syncrypta Volvox*, *Synura Uvella*, — mit welcher letzteren Art die von EHRENBURG unter dem Namen *Uvella virescens* beschriebene und in neuerer Zeit durch BÜTSCHLI¹ studirte Flagellatenkolonie zu vereinigen sein dürfte — vermögen sich wahrscheinlich sämmtlich durch Längstheilung der, in eine gemeinschaftliche gallertige Hülle eingeschlossenen (*Uroglena*, *Syncrypta*) oder ohne einer solchen im Centrum der Kolonien mit den Schwanzenden vereinigten (*Synura*) Schwärmer zu vermehren. Zumindest wurde eine solche Längstheilung von BÜTSCHLI bei *Uvella* (richtiger *Synura*) *virescens*,² von STEIN aber bei *Synura Uvella*³ beobachtet, wodurch die zu Kolonien vereinigten Schwärmer an Zahl, sowie die Kolonien selbst an Grösse zunehmen. Die Bildung der Kolonien geht offenbar von einem einzigen Schwärmer aus, welcher mit den sich durch Längstheilung stetig vermehrenden Nachkommen in einer volvoxartigen Kolonie vereinigt bleibt. Doch können auch die aus sehr zahlreichen Schwärmern bestehenden Kolonien selbst sich durch Zweitheilung vermehren; zumindest sah STEIN, dass solche Kolonien der *Synura Uvella* sich wurstförmig streckten, um sich dann in zwei kugelige Kolonien von gleicher Grösse zu theilen.⁴ Nach STEIN's Untersuchungen zerfallen die Kolonien von *Synura Uvella* früher oder später in einzelne Schwärmer, welche vereinzelt weiter schwärmen und grösser werden, wobei die kurzen, steifen Borsten der zu Kolonien vereinigten Schwärmer zu langen, gekrümmten Sta-

¹ Die Infusionsthier etc. 47.

² On Fecundation on two Volvoces and their specific Differences. Annales of Natur. Hist. IV. Ser. Vol. III. 1859. Vgl. STEIN, Der Org. III. 134.

³ Volvox Globator. Transact. of the Liter. and Philosoph. Society of Manchester. Vol. IX; ferner: Further Elucidations of the Structure of Volvox Globator. Ibidem 45. bis 46. Vgl. STEIN, Der Org. III. 116.

⁴ Some Observations on the Structure and Development of Volvox Globator and its relations to other unicellular Plants. Quart. Journ. of Microscop. Science. New. Ser. Vol. I. 1853. Vgl. STEIN, Der Org. III. 117.

¹ Beiträge zur Kenntniss der Flagellaten. ZWZ. XXX. (1878) 263.

² Diss. cit. 265.

³ Der Org. III. Taf. XIV.

⁴ Der Org. III. Taf. XIV.

cheln auswachsen; in dieser Form entsprechen dieselben den von PERTY als selbständige Form unter dem Namen *Mallomonas Ploeslii* beschriebenen¹ Flagellaten, welche sich schliesslich encystiren und in den Ruhezustand übergehen. Eine Encystirung hat BÜTSCHLI an den Schwärmern der Kolonien der von ihm studirten *Uvella virescens* — von *Synura Uvella* blos durch die borstenlose glatte Oberfläche verschieden — gleichfalls beobachtet, nur dass bei dieser Form die sich encystirenden Schwärmer den Familienstock nicht verliessen, sondern erst nach erfolgter Encystirung aus demselben herauszufallen scheinen.

Aus dem Gesagten geht hinsichtlich der Fortpflanzung ein wesentlicher Unterschied zwischen diesen, volvoxartige Kolonien bildenden Flagellaten und den eigentlichen Volvocineen hervor, welche die von STEIN gemachte Trennung rechtfertigt. Die Familie der *Chrysomonadinen*, in welche STEIN auch die soeben erörterten Flagellaten einreihete, umfasst auch zahlreiche vereinzelt lebende Gattungen (*Coelomonas*, *Raphidomonas*, *Microglana*, *Chrysomonas*, *Hymenomonas*, *Stylochrysalis*, *Chrysopyxis*), welche sich, so weit dies aus den Untersuchungen von STEIN bekannt ist, gleichfalls durch Längstheilung fortpflanzen;² einzelne von ihnen umgeben sich, offenbar behufs Fortpflanzung, wie die Palmellaceen mit einer weit abstehenden, gallertigen Hülle; dies gilt besonders von *Coccomonas* und wahrscheinlich auch von *Chrysomonas flavicans*.

Die Fortpflanzung der mit den STEIN'schen *Chrysomonadinen* nahe verwandten *Dinobryinen* — welche sehr zierliche, zarte, durchsichtige, gestreckt-kehlförmige Hülsen bewohnen und entweder in Gruppen an untergetauchten Gegenständen, meist Algen lagern (*Epipyxis Utriculus*) oder mit den in einander geschobenen Hülsen frei schwebende, strauchartige Kolonien bilden (*Dinobryon Sertularia* und *D. stipitatum*) — geschieht gleichfalls durch eine Längs- oder in schräger Richtung verlaufende Theilung;³ bei *Dinobryon Sertularia* wurde von STEIN⁴ und BÜTSCHLI⁵ auch eine Encystirung beobachtet; der letztgenannte Forscher fand die Cyste bei *Dinobryon* von einer doppelten, nämlich einer ziemlich dicken

äusseren, abstehenden, und einer dem Leib eng angeschmiegt inneren Membran begrenzt.

Eine während der Schwärmperiode erfolgende Theilung ist endlich auch bei den *Cryptomonadinen* bekannt;¹ bei einem Flagellaten aus dieser Familie, nämlich *Cryptomonas ovata* wurde, wie bereits oben erwähnt, von CIENKOWSKI auch eine in der Gloeococcus-Form erfolgende Fortpflanzung beobachtet.

In allen bisher bekannt gewordenen Fällen geht die Theilung der chlorophyllhaltigen Flagellaten in der das Geisselende mit dem entgegengesetzten Körperende verbindenden Achse vor sich; da nun diese Achse in der Regel mit der Längsachse der Flagellaten zusammenfällt, so ist die Theilung zumeist eine Längstheilung. Wo aber, wie bei der von STEIN entdeckten *Nephroselmis olivacea*,² die das Geissel- und entgegengesetzte Körperende verbindende Achse mit der Transversalachse des Flagellaten zusammenfällt: da ist auch die Theilung — dem entsprechend, dass durch dieselbe der Flagellatenleib stets vom Geisselende ausgehend halbirt wird — eine Quertheilung. Der Theilung geht, wie es scheint, stets die Entwicklung der neuen Geissel voran, wodurch der zur Theilung sich anschickende, in der Regel verdickte Leib des Flagellaten eine Zeit lang mit überzähligen Geisseln versehen erscheint.

Ausser der dargelegten geschlechtslosen, vegetativen Fortpflanzung wurde bei den chlorophyllhaltigen Flagellaten — gleich den Algen, mit welchen dieselben durch eine ununterbrochene Reihe verbunden sind — auch eine sexuelle Fortpflanzung beobachtet, welche durch den Umstand, dass in derselben die einfachste Form, gewissermassen der Ausgangspunkt der geschlechtlichen Fortpflanzung vorliegt, ein hervorragendes allgemeines Interesse gewinnt.

Bei der Befruchtung von Thieren und Pflanzen werden die beiden mit einander gänzlich oder zum Theil verschmelzenden Sexualzellen zumeist in eigenen Organen von complicirtem Bau gebildet, und sind der Form, Grösse und dem Bau nach von einander wesentlich verschieden; die eine Sexualzelle, die Eizelle, ist von verhältnissmässig bedeutender Grösse und in der Regel der Locomotion unfähig; die andere, die Samenzelle (Spermatozoid, Antherozoid) hingegen beinahe ausnahmslos von winzigen

¹ STEIN, op. cit. 151.

² STEIN, Der Org. III. Taf. XII—XIV.

³ STEIN, Der Org. III. Taf. XII.

⁴ Op. cit.

⁵ Diss. cit. 235.

¹ STEIN, Der Org. III. Taf. XIX. BÜTSCHLI, diss. cit. 246.

² Der Org. III. Taf. XIX.

Dimensionen und rascher Ortsveränderungen fähig; auch ist es diese, welche sich behufs Befruchtung der anderen nähert. Dies gilt zumindest von den Thieren und zahlreichen Kryptogamen, während die uns hier nicht näher interessirenden Phanerorgamen hinsichtlich der männlichen Zelle von den Vorigen wesentlich abweichen. Bei der Befruchtung der Flagellaten in ihrer einfachsten Form ist — gleichwie bei zahlreichen niederen Algen und Pilzen, sowie bei der ihrer Bedeutung nach noch immer räthselhaften Conjugation und Copulation der *Rhizopoden* und *Gregarinen* — an den sich vereinigenden Individuen keinerlei Unterschied nachweisbar, auch sind die zur sexuellen Fortpflanzung bestimmten Individuen von den auf ungeschlechtlichem Weg sich vermehrenden, was ihre Form, Grösse und Bau betrifft, in nichts verschieden. Demgegenüber sind bei Anderen die für eine geschlechtliche Fortpflanzung bestimmten Schwärmer von den vegetativen durch kleinere Form und häufig auch durch die Anzahl der Geisseln unterschieden, oder es vereinigen sich kleinere Schwärmer mit grösseren, ja die Unterschiede zwischen den sich vereinigenden Paaren können einen Grad erreichen, welcher uns berechtigt, wie bei Thieren und höheren Kryptogamen, von Ei- und Befruchtungszellen zu sprechen; erstere sind gross und unbeweglich, letztere zwerghaft und flink bewegt.

Soweit die sexuelle Fortpflanzung der Flagellaten bisher bekannt geworden, ist gewiss, dass die copulirten Schwärmer, oder die befruchteten Eizellen sich, wie die sogenannten Zygosporien und Oosporien der Algen und Pilze encystiren und erst nach einer Rast von längerer Dauer (in den meisten oder vielleicht in allen Fällen erst nachdem dieselben nach dem Austrocknen wieder unter Wasser geriethen) zu activem Leben erwachen, um mehrere Generationen hindurch sich ungeschlechtlich fortpflanzenden Nachkommen als Ausgangspunkt zu dienen.

Demgemäss kann bei den Flagellaten in gewisser Hinsicht von einem Generationswechsel gesprochen werden, nur sind die Unterschiede zwischen den ungeschlechtlichen und geschlechtlichen Generationen häufig minimale, oder sie können auch gänzlich fehlen. Die physiologische Bedeutung der Copulation oder Befruchtung scheint aber, meiner Auffassung nach, darin zu liegen, dass die durch ungeschlechtliche Generationen erschöpfte Fortpflanzungsfähig-

keit oder Energie durch innigste Vermischung des Protoplasmas zweier Individuen erneuert werde.

Bedenkt man, dass die Zahl der auch auf sexuellem Weg sich fortpflanzenden Flagellaten durch neue Entdeckungen stetig zunimmt; bedenkt man ferner, dass die Lehre von der geschlechtlichen Fortpflanzung der niedersten Wesen durch die neueren Forschungen immer festere Grundlagen gewinnt: so wird man mit der Annahme einer sexuellen Fortpflanzung auch bei jenen Flagellaten, bei welchen dieselbe derzeit noch nicht bekannt ist, kaum irren. Will man ferner von diesem Standpunkt einen Rückblick auf die fragmentarischen und in abweichendem Sinn gedeuteten Angaben werfen, welche sich auf die Conjugation und Copulation der Gregarinen und Rhizopoden beziehen: so wird die Berechtigung der Auffassung, dass auch bei letzteren während der Conjugation oder Copulation eine Art Befruchtung stattfindet, kaum zweifelhaft erscheinen.

Die erste, wenig bekannte Angabe über die Conjugation eines Flagellaten rührt von CARTER her. Dieser Forscher beschrieb bereits im Jahre 1856 die Conjugation bei *Euglena viridis*;¹ nach ihm würde die Conjugation blos in einer zeitweiligen Vereinigung bestehen und die Entwicklung zahlreicher Eier, nämlich der Paramylonkörperchen bezwecken, welche Körperchen CARTER, EHRENBURG folgend, für Eier ansprach. Gleichzeitig mit den CARTER'schen Aufzeichnungen über die Conjugation der *Euglena* machte COHN zuerst der i. J. 1856 zu Wien tagenden Wanderversammlung deutscher Aerzte und Naturforscher, dann auch der Pariser Akademie von seinen hochwichtigen und ein berechtigtes allgemeines Interesse erregenden Beobachtungen über die geschlechtliche Fortpflanzung des *Volvox Globator* Mittheilung.² Eine mit der bei *Volvox* bestehenden im Wesentlichen übereinstimmende sexuelle Fortpflanzung wurde, obschon nur auf fragmentarische Beobachtungen gegründet, von CARTER im Jahre 1858 bei

¹ Annal. of Nat. Hist. II. Ser. Vol. XVIII. S. 229 u. 246. Vgl. STEIN, Der Org. III. 146.

² Ueber die Organisation und Entwicklung des *Volvox Globator*. Amtl. Bericht über die 32. Versamml. deutscher Naturf. u. Aerzte zu Wien. — Observations sur les Volvocinées et spécialement sur l'organisation et la propagation du *Volvox Globator*. CR. (1856) Tome 43. Ferner: Annales des sc. nat. Bot. IV. Sér. Tome V. 1856. Ferner: Jahresber. d. schles. Gesellsch. f. nat. Cult. 1856. — Vgl. STEIN, Der Org. III. 128.

der in den seichten Pfützen in der Nähe Bombay's beobachteten *Eudorina elegans* beschrieben.¹ Bevor wir aber den verwickelten Gang der sexuellen Fortpflanzung dieser Volvocineen behandeln, dürfte es zweckmässig sein die einfacheren Verhältnisse der geschlechtlichen Fortpflanzung von *Pandorina Morum* und einiger anderen Flagellaten voranzuschicken.

Wie nach den wichtigen Untersuchungen von PRINGSHEIM² bekannt ist, erfolgt bei *Pandorina Morum*, nachdem sich mehrere Generationen auf die oben beschriebene Weise ungeschlechtlich fortpflanzten, ein Zerfall der einzelnen Kolonien, wobei die sich aus dem Familienband lösenden Zellen ein lebhaftes Schwärmen beginnen. Hierauf suchen sich die einzelnen Schwärmer auf, um sich paarweise zu conjugiren und nach wenigen Minuten gänzlich zu verschmelzen. Die Copulation beginnt stets am farblosen Geisselende, und die copulirten Individuen sind bald von gleicher, bald von verschiedener Grösse. Die sich in einzelne Schwärmer auflösenden Kolonien sind von jenen, welche sich ungeschlechtlich fortpflanzen, höchstens dadurch verschieden, dass ihre Familienstöcke häufig aus weniger als 16 Zellen bestehen. Die durch Copulation zweier Schwärmer entstandenen Zygosporen runden sich ab, encystiren sich, nehmen während der Ruheperiode an Grösse bedeutend zu und verändern die grüne Farbe in eine ziegelrothe. Gelangen diese Kugeln nach dem Austrocknen wieder unter Wasser, so ergrünen sie binnen 24 Stunden aufs Neue, und ihr Inhalt verlässt die Cystenhülle entweder ungetheilt, oder nach erfolgter Theilung in zwei bis drei Partien in der Form grosser, membranloser, chlamydomonasartiger Schwärmer. Die Individuen der neuen Generation umgeben sich während des Schwärmens mit einer gallertigen Hülle, innerhalb welcher sie sich durch rasch wiederholte Theilungen aufs Neue aus 16 beisammen bleibenden Schwärmern bestehende Kolonien heranzubilden, welche sich wieder mehrere Generationen hindurch ungeschlechtlich fortpflanzen.

¹ On Fecundation in *Eudorina elegans* and *Cryptoglena*. *Annals of Natur. Hist.* III. Ser. Vol. II. 1858. — Vgl. STEIN, *Der Org.* III. 137.

² Ueber die Paarung der Schwärmsporen. *Monatsber. d. Berl. Akad.* 1869. Vgl. die krit. Besprechung durch DE BARY, in *Bot. Ztg.* 1870. No 5, ferner die hierauf von PRINGSHEIM ertheilte Antwort, *Bot. Ztg.* 1870. No 17. Vgl. ferner: SACHS, *Lehrb. d. Botanik* IV. Aufl. (1874) 258.

Kurze Zeit, nachdem PRINGSHEIM diese geschlechtliche Vermehrung bei *Pandorina* entdeckt hatte, wurde der Conjugationsprocess von VELTEN bei *Chlamydococcus pluvialis* und von ROSTAFINSKI bei *Chlamydomonas multifilis* beobachtet.

Nach den Untersuchungen von VELTEN¹ conjugiren sich die Chlamydococcen nicht mit ihren Geisselenden, sondern mit den entgegengesetzten hinteren Enden. Von den beiden gleich grossen Schwärmern ist der eine, von VELTEN als *Weibchen* bezeichnet, meist membranlos und pflegt — obgleich nicht immer — seine zwei Geisseln alsobald einzuziehen; der andere Schwärmer, das *Männchen*, ist dagegen stets von einer abstehenden Membran umgeben und pflegt die Geisseln bis zur Verschmelzung mit dem Vorigen beizubehalten. Wie bei *Pandorina*, schliesst die Conjugation auch bei *Chlamydococcus* mit einem vollständigen Verschmelzen ab, nur dass es hier der männliche Schwärmer ist, dessen Protoplasmaleib vom hinteren Körperende aus in den weiblichen Schwärmer eindringt und in den Leib desselben gewissermassen hineinschmilzt. Ob die auf diese Weise gebildeten Zygosporen sich encystiren und in einen Ruhezustand übergehen — was nach Analogieen zu schliessen sehr wahrscheinlich scheint — darüber liefern die Untersuchungen von VELTEN keinerlei Aufklärung. Uebrigens ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen und wird sogar von ROSTAFINSKI² für wahrscheinlich gehalten, dass der soeben geschilderte Vorgang nicht einmal eine Conjugation vorstellt, sondern dahin zu erklären ist, dass die VELTEN'schen weiblichen Schwärmer irgend einer gefräßigen Monadine entsprechen, durch welche der Inhalt der Chlamydococcen (der VELTEN'schen männlichen Schwärmer) in derselben Weise ausgeleert wird, wie die Chlamydomonaden durch die von CIENKOWSKI beschriebene *Colpodella pugnax*.³ Andererseits muss jedoch hervorgehoben werden, dass die weiter unten mitzutheilenden Untersuchungen von STEIN an Chlamydomonaden die Richtigkeit der VELTEN'schen Beobachtungen zu bekräftigen scheinen.

Um vieles wichtiger sind die von ROSTAFINSKI über eine mit vier Geisseln versehene Chlamydomo-

¹ Beobachtungen über Paarung von Schwärmsporen. *Bot. Ztg.* 1871. No 23. 383.

² *Diss. infr. cit.*

³ Beiträge zur Kenntniss der Monaden. *AMA.* I. (1865) 214.

nadine, nämlich *Chlamydomonas* (richtiger *Tetraselmis*) *multifilis* mitgetheilten Angaben.¹ Bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung dieses Flagellaten pflegt sich die Mutterzelle in 4, seltener bloß in 2 Tochterzellen zu theilen; bei der geschlechtlichen Fortpflanzung hingegen entwickeln sich aus der Mutterzelle durch wiederholte Zweitheilung 8 kleine Schwärmer (*Mikrogonidien*, *Mikrozoosporen*), welche von der ungeschlechtlichen Generation, ausser ihrer kleineren Gestalt, hauptsächlich durch die Grösse des farblosen Fleckes am vorderen Körperende verschieden sind. Bei diesen Mikrogonidien findet dann, wie bei den Schwärmern von *Pandorina*, eine am farblosen Körperende beginnende paarweise Copulation statt; dieselben werden abgerundet, verlieren die Geisseln, encystiren sich und wachsen zu grossen undurchsichtigen Kugeln heran. Die nach dem Austrocknen aufs neue unter Wasser gelangten Zygosporien beginnen sich alsbald zu theilen, die Tochterzellen aber schwärmen nicht sofort aus, sondern unterliegen einer weiteren Vermehrung durch Theilung, wobei dieselben vorerst gloeococcus- dann pleurococcusartige Kolonien bilden, aus welchen die ungeschlechtliche Generation der grossen Schwärmer erst später ausschwärmt.

STEIN beobachtete die Conjugation noch bei zwei Chlamydomonaden sowie bei *Euglena viridis*; er sah bei letzterer die conjugirten Paare vom hinteren Körperende bloß bis zur Leibesmitte verwachsen, will aber nicht im mindesten bezweifeln, dass die Conjugation in einem vollständigen Verschmelzen der gepaarten Individuen ihren Abschluss findet, sowie dass endlich auch die beiden Kerne verschmelzen, worin STEIN den eigentlichen Act der Befruchtung erblickt.² Auch bei *Chlamydomonas Pulvisculus* beginnt die Verschmelzung der meist gleich grossen Schwärmer am hinteren Körperende, und verschmelzen schliesslich auch die beiden Kerne.³ Dagegen copuliren sich bei einer anderen, wahrscheinlich der *Chlamydomonas monadina* entsprechenden Chlamydomonadine zwei Individuen von verschiedener Grösse: das eine um vieles grössere Individuum verliert die Geisseln, und auf dessen vorderes Körperende pflanzt sich, gleichfalls mit dem

Geisselende, ein um vieles kleinerer Schwärmer auf, um sein Körperplasma, wie nach VELTEN das männliche Individuum von *Chlamydococcus*, in die ruhende grössere Zelle zu ergiessen.¹

Die von der Auffassung anderer Forscher so wesentlich abweichende STEIN'sche Lehre von der bei den Flagellaten auf die Copulation folgenden Bildung von Embryonen, will ich hier vorläufig unerörtert lassen, und übergehe auf die Schilderung der sexuellen Fortpflanzung in der Gattung *Volvox*.

Die Kenntniss der sexuellen Fortpflanzung der *Volvoxen* haben wir, wie bereits erwähnt, hauptsächlich dem hochverdienten COHN zu verdanken;² die Untersuchungen von CARTER³ und von STEIN⁴ enthalten zumeist nur eine Bestätigung der Richtigkeit der von COHN erforschten Thatfachen, und modificiren und erweitern dieselben nur unwesentlich.

Die geschlechtliche Generation tritt bei der Gattung *Volvox* nach mehreren ungeschlechtlichen Generationen auf. Männliche und weibliche Fortpflanzungszellen werden entweder in derselben Kolonie gebildet, und sind daher solche *Volvox*kugeln monoecisch, wie *Volvox Globator*; oder es entwickeln sich die männlichen und weiblichen Fortpflanzungszellen in besonderen Kolonien: solche *Volvox*kugeln sind dann, wie *V. minor* und *V. Carteri*, dioecisch.

Die von COHN als *Gynogonidien*, von STEIN als weibliche Individuen bezeichneten weiblichen Zellen sind anfangs von den *Parthenogonidien* in nichts verschieden; trotzdem können die geschlechtlichen Kolonien meist schon im sehr jungen Zustand von den ungeschlechtlichen Kolonien dadurch unterschieden werden, dass die den Sterilen an Grösse um vieles überlegenen Fortpflanzungszellen viel zahlreicher vorhanden sind, als die Parthenogonidien: so beträgt die Anzahl der Gynogonidien bei *V. Globator* 20 bis 40, bei *V. Carteri* 30 bis 50, und bloß bei *V. minor* kommen nicht mehr wie 8 zur Entwicklung. Die Gynogonidien zeigen ein rasches Wachstum und, da hauptsächlich das Chlorophyll vermehrt wird, sind die älteren von dunkelgrüner Farbe; das wegen der vielen Vacuolen anfangs schau-

¹ Op. cit. Taf. XV. Fig. 40—43.

² Vgl. Diss. cit., insbesondere: Die Entwicklungs-geschichte der Gattung *Volvox*. Breslau. 1875.

³ On the two *Volvoes* and their specific Differences. Annals of Natur. History. 3. ser. 3. 1859. Vgl. COHN und STEIN.

⁴ Der Org. III.

¹ Ueber Paarung von Schwärmsporien. Bot. Ztg. (1871) No 46. 785.

² Der Org. III, 146. Taf. XXI. Fig. 10 u. 11.

³ Op. cit. 130.

mige Plasma wird allmählig vollkommen dicht. Ihre gallertige Hülle bildet beim Heranwachsen der Zellen einen in das Innere der Kugel dringenden Vorsprung, und allmählig nehmen die Gynogonidien die Form eines Kolbens an, indem der mit der gemeinsamen Hülle zusammenhängende äussere Theil gewissermassen einen Hals vorstellt, dagegen die dem Hohlraum der Kugel zugekehrte Partie bauchig geschwellt ist. Nachdem die Gynogonidien die Grösse von ca. $50\ \mu$ erreicht haben, werden dieselben innerhalb der, von COHN *Oogonien* genannten kolbenförmigen Hülle abgerundet, und stellen jetzt eine zur Befruchtung reife *Eizelle* (*Oosphaere*, *Befruchtungskugel* COHN) vor.

Die männlichen Zellen, nach COHN *Androgonidien*, sind anfangs den Parthenogonidien noch ähnlicher, da dieselben, nachdem sie etwa auf die dreifache Grösse der sterilen Zellen anwuchsen und blasenförmig in das Innere der Kugel vorspringen, sich wie die Parthenogonidien zur Theilung anschicken. Da jedoch die Zunahme des Chlorophylls mit der Vergrösserung nicht Schritt hält, sind die Androgonidien an ihrer blassgrünen Farbe leicht zu erkennen. Die sich innerhalb der, mit der gemeinsamen Hülle zusammenhängenden Specialhülle theilenden Androgonidien werden nicht zu morulaartigen Kugeln, wie die aus den Parthenogonidien entwickelten Tochterkolonien, sondern es bilden sich aus ihnen, da die rasch aufeinander folgenden Theilungen stets in derselben Ebene vor sich gehen, scheibenförmige Kolonien, welche aus sehr zahlreichen, kleinen, cylindrischen oder spindelförmigen Zellen bestehen.

Die Androgonidien und die aus diesen sich entwickelnden männlichen Kolonien überschreiten bei dem monoecischen *Volvox Globator* selten die Zahl 5, während die männlichen Kolonien des dioecischen *V. minor** und *V. Carteri* etwa 100 Androgonidien enthalten. Die Androgonidien und scheibenförmige männliche Kolonien producirenden Familienkugeln von *V. minor* waren bereits EHRENBURG bekannt und wurden von ihm unter dem Namen *Sphaerosira Volvox* als besondere Art beschrieben.

Die zu scheibenförmigen Kolonien umgewandelten Androgonidien sind aus 64 bis 128 kleinen, bloss 35 bis $44\ \mu$ grossen cylindrischen, gelblich oder blassgrün gefärbten Zellen zusammengesetzt, welche an

ihrem gespitzten vorderen Ende zwei langen Geisselfäden tragen. Diese aus kleinen Schwärmern bestehenden Kolonien, deren Individuen von COHN *Spermatozoiden*, von STEIN aber *männliche Individuen* genannt werden, beginnen nach vollständiger Entwicklung innerhalb ihrer kolbenförmigen Hülle eine wälzende, kreisende Bewegung. Nach einer gewissen Dauer hört diese Bewegung plötzlich auf, und die Kolonien zerfallen in ihre Bestandtheile, die kleinen männlichen Schwärmer, welche aus der Hülle, in welcher sie eine Zeit lang sehr lebhaft wimmelten, austreten und im Binnenraum der Familienkugel umherschwärmen. Dies gilt wenigstens von dem monoecischen *Volvox Globator*, während bei den dioecischen Volvocen die aus männlichen Schwärmern bestehenden Kolonien, nach STEIN, sich nicht sogleich auflösen, sondern vereinigt ihre Mutterkolonien verlassen, um die Eizellen enthaltenden weiblichen Kolonien aufzusuchen.

Die aus dem gemeinsamen Verband freigewordenen männlichen Schwärmer oder Spermatozoiden haben einen gestreckten Leib; derselbe ist an einem Ende keulenförmig aufgetrieben, gelblich oder blassgrünlich, während das entgegengesetzte Ende, welches zwei Geisseln und den vorspringenden blassrothen Augenfleck trägt und, nach STEIN, auch noch einen sehr kleinen Kern enthält, sich in einen langen farblosen Hals verjüngt, welcher sich, wie der Rüssel gewisser Ciliaten z. B. der Amphilepten, oder der Schwanenhals der Lacrymarien durch eine auffallende Beweglichkeit und Contractilität auszeichnet.

Diese kleinen Spermatozoiden sammeln sich um die entwickelte Eizellen enthaltenden Oogonien und sind durch die lebhaftesten und zudringlichsten Bewegungen bestrebt, durch die Hülle der Oogonien einzudringen. — Dass ihnen das schliesslich auch gelingt, scheint dadurch bewiesen, dass COHN Spermatozoiden auch innerhalb der Oogonien unmittelbar auf der Oberfläche der Eizellen beobachtete; übrigens hat die Vermuthung von STEIN,¹ wonach das Eindringen der Spermatozoiden nicht an jedem beliebigen Punkt, sondern nur durch den an der Oberfläche der gemeinsamen Hülle wahrscheinlich mit einer Oeffnung versehenen Hals der kolbenförmigen Oogonien möglich ist, viel Wahrscheinlichkeit.

Auf welchem Weg immer auch die Spermatozoiden eindringen mögen, so viel ist gewiss, dass die-

* Bei *V. minor* kommen nach COHN ausnahmsweise auch monoecische Kolonien vor (Diss. cit. S. 24).

¹ Op. cit. 133.

selben in die unmittelbare Nähe der Eizellen gelangen und sich, nach den Untersuchungen von COHN, an der Oberfläche der letzteren mit dem Leib anheften, während ihr Hals noch lange hin- und herschlingelt und, man möchte sagen, hämmernde Bewegungen ausführt. Ferner lässt sich — trotz dem Fehlen directer Beobachtungen — nicht im mindesten bezweifeln, dass einzelne oder mehrere Spermatozoiden mit den Eizellen schliesslich verschmelzen und dieselben befruchten.

Nach erfolgter Befruchtung werden die Eier zu Oosporen. An der Oberfläche der nackten Kugel werden zwei Hüllen abgesondert; an der äusseren (*Epispor*) wachsen bei *V. Globator* lange, spitze Stacheln aus, wodurch die ganze Spore einem Streitkolben ähnlich wird; dagegen bleibt das Epispor bei *V. minor* glatt, und bei *V. Carteri* bekommt es eine gewellte Oberfläche. Das Plasma der Sporen verliert allmählig die grüne Farbe und wird bei *V. Globator* ziegelroth, bei *V. minor* gelb.

Entwickelte Oosporen enthaltende Volvoxkolonien wurden bereits von EHRENBURG beobachtet, aber für besondere Arten gehalten; den streitkolbenförmige Sporen enthaltenden *V. Globator* beschrieb er als *V. stellatus*, und den glatte kugelige Sporen führenden *V. minor* als *V. aureus*.

Die Volvoxkugeln selbst, welche bereits reife Oosporen enthalten, gehen zu Grunde, und die Sporen sinken im Wasser zu Boden, worauf sie ohne Zweifel erst nach längerer Ruhe, wahrscheinlich nach Austrocknen und wieder Ueberfluthen zu neuem Leben erwachen. Die Art und Weise, auf welche sich aus den Oosporen Volvoxkolonien entwickeln, war bis in die jüngste Zeit unbekannt. Nach einer in russischer Sprache erschienenen und bei COHN nicht näher citirten Abhandlung CIENKOWSKI's scheint der Sporenhalt in 8, später ausschwärmende Kugeln sich zu theilen.¹ In jüngster Zeit ist es HENNEGUY gelungen, die Entwicklung von *Volvox minor* (*V. dioicus* COHN) aus Oosporen zu beobachten.² Nach diesem Forscher bedürfen die Oosporen zu ihrer Entwicklung der Austrocknung nicht. Bei den nach der Ruhezeit zur Entwicklung gelangten Sporen platzt die äussere Hülle (*Exosporium*), während die gequollene

innere Hülle (*Endosporium*) sammt Inhalt frei wird. Aus dem orangefarbigem Sporenhalt wird durch regelmässige Furchung, während welcher die Farbe in braun, dann in grün übergeht, eine regelmässige Blastosphaere, in welcher die Parthenogonidien bereits unterschieden werden können. Nach beendeter Furchung verschwindet das gequollene Endospor, jede Zelle erhält zwei Geisseln und die junge Volvoxkolonie beginnt zu schwärmen.

CARTER entdeckte die sexuelle Fortpflanzung auch noch bei einer anderen Volvocine, nämlich bei *Eudorina elegans*, konnte dieselbe aber leider nur fragmentarisch beobachten.¹

Die geschlechtlichen Kolonien von *Eudorina* sind von den gewöhnlichen Kolonien mit 32 Schwärmern sofort zu unterscheiden, indem die gemeinschaftliche Hülle nicht kugelig, sondern eiförmig, und am hinteren Ende mit einer seichten Ausbuchtung versehen ist. Unter den, von den Schwärmern der ungeschlechtlichen Kolonien in nichts verschiedenen und die Kolonie mittelst ihrer Geisseln in Bewegung erhaltenden 32 Zellen der geschlechtlichen Kolonien machen die vier vorderen eine eigenthümliche Metamorphose durch. Der grüne Plasmaleib theilt sich, ohne sich zu vergrössern, vom hinteren Ende ausgehend in radiärer Richtung in 64 eng zusammengedrückte Parteen, welche die hintere Zellenhälfte einnehmen und von welchen durch einander wogende Geisseln ausgehen, während die vordere Hälfte des Zellplasmas unterdessen beinahe vollkommen verbraucht wird; nur der Augenfleck und die beiden, eine Zeit lang noch thätigen Geisseln persistiren. Endlich berstet die Hülle der Mutterzelle, und die auf die beschriebene Weise gebildeten kleinen Schwärmer zerstreuen sich im Inneren der Eudorinakugel. Diese kleinen Schwärmer sind langschwänzige, spindelförmige Körperchen, an den beiden Enden farblos, am vorderen Körperende mit zwei Geisseln und einem sehr kleinen rothen Augenfleck versehen; sie können ihre Gestalt durch Contractionen und Biegung nach verschiedenen Richtungen sehr lebhaft verändern.

Inzwischen haben die übrigen 28 Zellen der geschlechtlichen Kolonie nur insofern eine Veränderung erlitten, als der Inhalt dunkelgrün geworden

¹ COHN, diss. cit. 22.

² Generation of the Spores of *Volvox dioicus*. Ann. of Nat. Hist. Vol. 3. 1878. — Vgl. Zoolog. Jahresbericht. (1880) I. Hälfte. 171.

¹ On the Fecundation in *Eudorina elegans* and *Cryptoglena*. Annales of Natur. Hist. III. ser. 2. 1859. — Vgl. STEIN, Der Org. III. 139.

ist, und dass anstatt des einen, häufig 2 bis 4 Amylumkerne vorhanden sind; dabei sind die Geisseln in fortwährender Bewegung und bewirken ein Hin- und Herwälzen der ganzen Kolonie. Es ist kaum zu bezweifeln, dass letztere die weiblichen Individuen oder Eizellen, erstere aber die männlichen Schwärmer oder Spermatozoiden sind, welche sich um die Eizellen herumtummeln, an ihnen haften bleiben und sichtlich bestrebt sind in dieselben einzudringen. Das Eindringen, oder das Verschmelzen der männlichen Schwärmer mit den Eizellen konnte aber CARTER nicht beobachten, und eben so wenig ist er im Stande anzugeben, was weiter aus den befruchteten Eiern wird. Dass die befruchteten Zellen, wie CARTER vermuthet, ausschwärmen, wird von STEIN mit Recht für unwahrscheinlich erklärt; hingegen muss man, gestützt auf die Kenntniss von der sexuellen Fortpflanzung der Volvocen, eine Verwandlung der befruchteten Eier in Ruhesporen, mit STEIN, für wahrscheinlicher annehmen, und dies mit umso mehr Recht, als von COHN bei *Eudorina elegans* Ruhesporen mit rothem Plasma, welche sich nach dem Auflösen der Hülle der Familienkugel zerstreuen, in der That beobachtet wurden.

Wird das, was von der sexuellen Fortpflanzung der grünen Flagellaten derzeit bekannt ist, vor Augen gehalten, so wird die bereits oben geäußerte Voraussetzung, dass es fortgesetzten Forschungen gelingen dürfte die sexuelle Fortpflanzung auch bei jenen Flagellaten nachzuweisen, bei welchen dieselbe derzeit noch nicht bekannt ist, als berechtigt erscheinen. Insbesondere scheint es wahrscheinlich, dass die bei verschiedenen Flagellaten beobachteten Mikrogonidien, wie bei *Chlamydomonas (Tetraselmis) multifilis*, einer geschlechtlichen Generation entsprechen, und bestimmt sind paarweise zu verschmelzen; oder dieselben haben, wie bei der Gattung *Volvox* und *Eudorina*, die Bestimmung, als kleine Männchen oder Befruchtungszellen, Spermatozoiden, mit grösseren Zellen, den Eizellen, zu verschmelzen, d. h. die letzteren zu befruchten. Bei *Chlorogonium euchlorum* konnte STEIN die Conjugation der Mikrogonidien auch thatsächlich beobachten.¹

Der Verschmelzungs- resp. Befruchtungsprocess, so weit derselbe bei den Flagellaten bekannt ist, führt stets zur Entwicklung von hartschaligen Zygosporen oder Oosporen, aus welchen nach längerer Ruhe,

meistens nach Austrocknen- und wieder Ueberfluthetwerden einzelne oder mehrere, bei den einzeln lebenden Formen ihren unmittelbaren Vorgängern ähnliche, bei den Kolonien bildenden aber — wie dies der vollkommen bekannte Entwicklungsgang von *Pandorina* zeigt — nach kurzem Schwärmen durch Beisammenbleiben der Theilungsprösslinge sich zu Schwärmerkolonien umwandelnde Tochter-Flagellaten ausschwärmen. In alldem stimmen die grünen Flagellaten mit jenen, ihnen gewiss nächst verwandten Algen, welche sich durch Zygosporen, resp. Oosporen fortpflanzen, vollkommen überein. An dieser Stelle dürfte diesbezüglich genügen auf die Untersuchungen von CRAMER,¹ sowie von DODEL-PORT² über *Ulothrix zonata*, ferner auf jene von PRINGSHEIM³ und von JURÁNYI⁴ über die Oedogonien, resp. deren geschlechtliche Fortpflanzung zu verweisen. Bei *Ulothrix* werden aus den, durch Verschmelzung zweier gleicher Mikrozoosporen entwickelten Zygosporen und nach einer gewissen Rast durch Zerfall in 2, 3, 4, 10 bis 16 Theile eben so viele Makrozoosporen gebildet, welche nach kurzem Schwärmen sich niederlassen und zu *Ulothrix*fäden auswachsen; bei den Oedogonien aber werden die Oosporen, welche sich aus den Eizellen, nach vorangegangener Befruchtung durch die Spermatozoiden des männlichen Pflänzchens entwickelten, nach abgelaufener Ruhefrist von vier Schwärmern verlassen, und diese entwickeln sich, zur Ruhe gelangt, zu eben so vielen Oedogonien-Fäden.

Ich hielt es für nothwendig alldas vorauszuschicken, bevor ich auf die von allen übrigen Forschern abweichende STEIN'sche Ansicht von der geschlechtlichen Fortpflanzung der Flagellaten übergehe. Wie bereits oben erwähnt, will STEIN die Verwandtschaft zwischen grünen Flagellaten und Algen nicht gelten lassen, sondern hält erstere für wahre Thiere und deren Kerne und pulsirenden Vacuolen für höchst wichtige animalische Charaktere.⁵

¹ Ueber Entstehung und Paarung der Schwärmsporen von *Ulothrix*. Bot. Ztg. 1871. No 5. S. 76. und No 6. S. 89.

² *Ulothrix zonata*. Ihre geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung. Jahrb. f. wiss. Bot. X. Bd. (1876) 417. Ferner: An der unteren Grenze des pflanzlichen Geschlechtslebens. Kosmos. I. Jahrg. (1877) 219.

³ Morphologie der Oedogonien. Jahrb. f. wiss. Bot. I. Bd. (1857) 1—81.

⁴ *Oedogonium diplandrum*. Ért. a term. tud. kör. Kiadja a magy. tud. Akad. Nr. IX. und XII. 1871.

⁵ Der Org. III. 47, 51.

¹ Der Org. III. Taf XVIII. Fig. 26—29.

Nach den weiter oben, bei der Erörterung des Verhältnisses zwischen Schwärmsporen, Algen, Pilzen und Flagellaten Gesagten wäre es überflüssig, mich noch einmal in die Widerlegung dieser Auffassung einzulassen; es möge hinreichen hier zu wiederholen, dass Kerne und pulsirende Vacuolen heute bereits bei den Schwärmern mehrerer Algen bekannt sind, demzufolge jene Unterschiede in der Organisation der Schwärmsporen und Flagellaten überhaupt nicht existiren.

Wäre auch die geschlechtliche Fortpflanzung der *Pandorina Morum* durch PRINGSHEIM's, und die der *Chlamydomonas (Tetraselmis) multifilis* durch ROSTAFINSKI's Untersuchungen von Beginn der Conjugation bis zu der aus den Zygosporien ausschwärmenden Generation nicht bekannt: so könnte man doch, das von der geschlechtlichen Fortpflanzung der nahe Verwandten Algen derzeit Bekannte in Betracht gezogen, schon a priori mit Recht voraussetzen, dass die geschlechtliche Fortpflanzung der Flagellaten von jener der Algen nicht wesentlich verschieden sei, und diese berechnete Annahme wird durch die Untersuchungen von PRINGSHEIM und ROSTAFINSKI in der That in vollem Umfang bestätigt.

Sowie STEIN zwischen Flagellaten und Schwärmsporen — obschon, wie zu sehen war, thatsächlich nicht existirende — Organisations-Unterschiede annimmt, so vermuthet er auch darin fundamentale Unterschiede zwischen Algen und grünen Flagellaten, dass sich bei den Flagellaten, so wie bei den Ciliaten — deren «acinetenförmige Embryonen» STEIN noch immer für echte Embryonen hält — die auf Geschlechtlichem Weg zu Stande gekommene Generation aus den Kernen entwickelt.¹

STEIN thut der vom Kern ausgehenden Fortpflanzung von *Euglena viridis* bereits in dem die Hypotrichen behandelnden Theil seines monographischen Werkes Erwähnung,² und ist geneigt anzunehmen, dass die sich in den Theilungspartien der vergrößerten Kerne entwickelnden kleinen farblosen Schwärmer auf geschlechtlichem Weg erzeugt wurden. In dieser Annahme wurde STEIN nur noch bestärkt durch seine neueren eingehenden Untersuchungen über die Flagellaten, deren wichtigstes Ergebniss er darin erblickt, dass es ihm gelang, die aus den Kernen ausgehende geschlechtliche Fortpflan-

zung bei den Gattungen *Chlamydomonas*, *Phacus*, *Euglena* und *Trachelomonas*, sowie bei einigen weiteren Flagellaten nachzuweisen.¹

Soweit aus den bisher erschienenen Text des STEIN'schen Werkes,² den veröffentlichten Tafeln und deren Erklärung zu entnehmen ist, würde sich die geschlechtliche Fortpflanzung der Flagellaten in folgender Weise gestalten: Die Conjugation wird mit der Copulation zweier Individuen, resp. durch das Einschmelzen der kleinen männlichen Individuen in die grossen Eizellen, sowie mit der Verschmelzung der Kerne der gepaarten Zellen abgeschlossen, und das letztere würde den eigentlichen Befruchtungsact repräsentiren. Hierauf nimmt der Kern auf Kosten des grünen Plasmaleibes des Flagellaten beträchtlich zu, und wird entweder selbst zur *Keimkugel*, oder er theilt sich in mehrere Partien, und diese Theilungsstücke werden zu Keimkugeln. Diese Keimkugeln zerfallen dann innerhalb der Membran durch rasch sich wiederholende, radiär und quer verlaufende Theilung in kleine Kügelchen, und bilden auf dieser Entwicklungsstufe *Keimsäcke*, welche bald darauf bersten und die winzigen, farblosen *Embryonen* ausschwärmen lassen. Wie aus diesen winzigen, farblosen «*Embryonen*» wieder grüne Flagellaten zu Stande kommen, das vermochte STEIN nicht zu erforschen.

Wie ich bereits oben anführte, wurden mit den in den Kernen der Flagellaten sich Entwickelnden vollkommen übereinstimmende, winzige farblose Schwärmer auch in den Kernen mehrerer Rhizopoden beobachtet und bald für Befruchtungskörperchen, bald für Embryonen angesprochen, während neuere Forschungen ergaben, dass diese kleinen Schwärmer eigentlich parasitischen Chytridiaceen angehören. Gestützt auf diese Ergebnisse, sowie auf die Kenntniss der geschlechtlichen Fortpflanzung mehrerer Flagellaten und verwandter Algen, zögere ich nicht im Mindesten zu behaupten, dass die von STEIN für Embryonen angesprochenen winzigen Schwärmer nicht dem Entwicklungskreis der betreffenden Flagellaten angehören, sondern lediglich parasitische Chytridiaceen sind. Die grossen Verwirrungen, welche durch parasitische Organismen in der Erforschung der Protisten verursacht wurden, sowie die Schwie-

¹ Der Org. III. S. VIII.

² Der Org. II. Abth. 56, 61, 67.

¹ Der Org. III. S. VIII.

² III. 130, 146.

rigkeiten, mit welchen die Aufklärung der wahren Natur der die niedersten und kleinsten Wesen verheerenden Parasiten verbunden ist, sind allgemein bekannt; auch STEIN muss zugeben, dass er selbst durch parasitische Chytridiaceen, gleich Anderen mehrere Male irregeleitet wurde;¹ ein solcher Irrthum war es, als STEIN die in encystirten *Vorticellinen* zur Entwicklung gelangenden parasitischen Chytridiaceen für Embryonen der Vorticellen ansprach;² ferner, als CIENKOWSKI in den in *Nassula ambigua* zur Entwicklung gelangten Chytridiaceen die Embryonen der *Nassula* erblickte;³ endlich wurden, wie weiter unten gezeigt werden soll, durch parasitische Protisten alle Forscher auf Irrwege geleitet, die die in den Ciliaten sich entwickelnden Acinetinen für wahre Embryonen der betreffenden Ciliaten ansahen; und meines Erachtens wurde STEIN auch in seinem neuesten Werk durch parasitische Chytridiaceen, welche er für geschlechtlich erzeugte Embryonen der Flagellaten hielt, auf den nämlichen Irrweg geleitet. Wenn irgendwo, so bewahrheitet sich in der Geschichte der Erforschung der Protisten der bekannte Ausspruch, dass Irrthümer den Weg bezeichnen, welchen die Forschung in dem Streben nach Wahrheit zurücklegte.

b) Chlorophyllfreie Nudi-flagellaten.

Die Fortpflanzung der chlorophyllfreien Nudi-flagellaten erfolgt, soweit dieselbe aus den Untersuchungen von JAMES CLARK,⁴ BÜTSCHLI⁵ und STEIN⁶ bekannt ist, am häufigsten durch Theilung, welche in einer, das Geissel- und entgegengesetzte Ende verbindenden und mit der Längs-Achse meist zusammenfallenden Achse verläuft; diese Längstheilung ist insbesondere bei den Repräsentanten folgender, von STEIN aufgestellter Familien bekannt: *Monadina*, *Dendromonadina*, *Craspedomonadina*,

Bicocoida, *Cryptomonadina*,* *Astasiaca*,** *Scitomnadina*.

Der Theilung des Protistenleibes geht — wie bei jenen grünen Flagellaten, welche sich während der Schwärmerperiode theilen — vermuthlich stets die Entwicklung der neuen Geissel oder Geisseln voran; in Folge dessen sind die sich zur Theilung anschickenden Flagellaten, deren Körper gewöhnlich der Breite nach verdickt ist, vorübergehend mit überzähligen Geisseln versehen. Bei *Anthophysa* soll, nach JAMES CLARK, auch die Hauptgeissel an der Theilung participiren: zuerst wird dieselbe stärker und spaltet sich darauf der Länge nach;¹ dasselbe wird bei DALLINGER und DRYSDALE von einer Monadine behauptet, bei welcher gleichfalls eine Spaltung der Geissel der ganzen Länge nach beobachtet wurde.²

Dass sich an der Theilung auch der Kern betheiligt, ergibt sich wohl von selbst. Nach den zahlreichen hierauf bezüglichen Abbildungen bei STEIN streckt sich der bläschenförmige Kern in der Querachse des Flagellaten, dann schnürt er sich biscuitförmig ein und theilt sich zum Schluss in dieser Einschnürung. BÜTSCHLI hat bei *Anisonema sulcatum* auch die feinen Structurveränderungen des sich theilenden Kernes studirt, und gelangte zu folgenden Ergebnissen: Bereits kurze Zeit vor dem Erscheinen der Theilungsfurche, oder gleichzeitig mit dieser, streckte sich der Kern bandartig in der Querachse des Protisten. Am *Binnenkörper* (d. i. dem Kernkörperchen des bläschenförmigen Kernes) konnten mit ziemlicher Bestimmtheit an ihren Enden knotenförmig verdickte Längsstreifen unterschieden werden. Mit dem Fortschreiten des Theilungsprocesses erhielt der bandartige Kern eine mittlere Einschnürung und in den beiden Endanschwellungen konnten Binnenkörper (Nucleolen) unterschieden werden; letztere blieben noch eine Zeit lang durch einen dünnen

¹ Der Org. III. 108.

² Infusionsthier. 194, 203.

³ Ueber Cystenbildung der Infusorien. ZWZ. VI. (1855) 3.

⁴ On the Spongiae Ciliatae as Infusoria Flagellata; or Observations on the Structure, Animality and Relationship of Leucosolenia botryoides, Bowerbank. Memoires of the Boston soc. nat. hist. Vol. I. 1867.

⁵ Beiträge zur Kenntniss der Flagellaten und einiger verwandten Organismen. ZWZ. XXX. 1878.

⁶ Der Organismus der Infusionsthier. III. Abth. I. Hälfte. 1878.

* In die Familie der Cryptomonadinen sind bei STEIN chlorophyllfreie (*Chilomonas*) und chlorophyllhaltige (*Cryptomonas*, *Nephroselmis*) Formen eingereiht.

** Dasselbe gilt von den STEIN'schen Astasieen, unter welchen die Gattung *Eutreptia* grün ist, während die Gattungen *Astasia*, *Heteronema*, *Zygoselmis* und *Peranema* kein Chlorophyll enthalten.

¹ Op. cit. 329.

² Researches on the life history of a Cercomonad, a lesson of Biogenesis. Monthl. micr. journ. Vol. X. 1873. — Vgl. HUXLEY, Az állat- és növényország határöve, übers. von GÉZA HORVÁTH, Természettud. Közlöny, IX. Bd. 90. Hft. 1877. 67.

Faden verbunden, bis schliesslich die sich abrundenden Kerne durch die sich stetig verengernde Einschnürung von einander getrennt wurden.¹

Die Bedeutung dieser derzeit noch vereinzelt dastehenden Beobachtung liegt in dem Nachweis, dass jene feineren Strukturveränderungen, welche während der Theilung die Zellkerne, sowie, nach Obigem, die Kerne der Monothalamien und, wie weiter unten dargelegt werden soll, die der Ciliaten charakterisieren, auch in den Kernen der Flagellaten auftreten.

Eine von der geschilderten durchaus verschiedene Art von Kernbildung für den Theilungssprossling wurde von DALLINGER und DRYSDALE bei einer Monadine beschrieben. Nach den genannten Forschern bildet sich vor der Theilung der Monadine, unmittelbar neben dem alten Kern, ein kleines Körperchen, welches sich von diesem langsam entfernt und zum Kern des einen Theilungssprosslings entwickelt, während der andere Sprossling den alten Kern behält.² Ich glaube nicht, dass sich BÜTSCHLI irren sollte, wenn er diese Art Kernbildung für unwahrscheinlich erklärt.

Hinsichtlich der Theilungsrichtung scheinen von den übrigen farblosen Flagellaten die STEIN'schen Spongomonadinen (*Cladomonas*, *Rhipidodendron*, *Spongomonas*, *Phalansterium*) abzuweichen, indem STEIN von diesen eine Quertheilung anführt.

Bei *Monas Guttula* (= *Monas Termo Ehrb.*, J. CLARK, *Spumella vulgaris Cienk.*) wurde von CIENKOWSKI nicht nur eine Längstheilung — wie von anderen Beobachtern dieser Monadine, namentlich von JAMES CLARK, BÜTSCHLI und STEIN — beobachtet, sondern auch eine Fortpflanzung mittelst seitlicher Knospen.³

Durch Theilung der Quere nach oder in schräger Richtung erfolgt die Fortpflanzung nach SCHNEIDER's,⁴ STEIN's⁵ und MERESCHKOWSKY's⁶ einschlägigen Untersuchungen bei *Polytoma Urella*; innerhalb der, von MERESCHKOWSKY gewiss irrthümlich in Abrede gestellten Hülle geht, ohne dass der Flagellat

seine Bewegungen einstellte, eine Theilung in zwei, sich dann noch ein- bis zweimal theilende Parteien vor sich, wodurch innerhalb der gemeinsamen Hülle aus 4 bis 8 Individuen bestehende volvoxartige temporäre Familienstöcke gebildet werden; später trennen sich die Individuen und beginnen einzeln umher zu schwärmen.

Ausser den bereits weiter oben behandelten CIENKOWSKI'schen Monadinen (*Monadinae zoosporeae Cienk.*) — welche wegen des raschen Ueberganges aus der Flagellaten in die Rhizopodenform bei den Rhizopoden besprochen wurden — ist eine Encystirung bei relativ wenigen Flagellaten bekannt: nämlich beim soeben erwähnten *Polytoma*,¹ bei *Phalansterium consociatum*,² bei *Bodo caudatus* — einer von STEIN aufgestellten und auf die DUJARDIN'sche *Amphymonas caudata* basirten, mit grösster Wahrscheinlichkeit aber mit der CIENKOWSKI'schen *Colpodella pugnax*³ identischen Monadine —, ferner bei mehreren nicht näher bestimmten *Bodonen* und *Monadinen*,⁴ endlich bei *Monas Guttula*.⁵ Während bei den Uebrigen auf der ganzen Oberfläche der zu einer Kugel contrahirten Protisten eine meist ziemlich dicke Membran abgesondert wird: entwickelt sich, nach CIENKOWSKI, bei *Monas Guttula* im Inneren des noch Bewegungen ausführenden Flagellaten eine mit harter Schale und einem kurzen Stiel versehene kugelige Cyste. Eine ähnliche Encystirung wurde von CIENKOWSKI auch bei einem bräunliches Pigment enthaltenden, und von ihm *Chromulina nebulosa* benannten Flagellaten beobachtet.⁶ Ueber das fernere Schicksal der encystirten farblosen Flagellaten ist sehr wenig bekannt; CIENKOWSKI sah aus den Cysten einer, zwischen faulenden Rotatorien und Insectenlarven schaarenweise angetroffenen Bodo-Art, ferner einer gleichfalls näher nicht bestimmten Monadine eine einzige Monadine ausschwärmen;⁷ dagegen theilen sich die Colpodellen — nachdem sie sich mit dem ausgesogenen Inhalt der Chlamydo-

¹ Op. cit. 257.

² Op. cit. Vgl. BÜTSCHLI, op. cit. 257.

³ Ueber Palmellaceen und einige Flagellaten. AMA. VI. 1870. 434.

⁴ Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. AAP. (1854) 194.

⁵ Der Org. III. Taf. XIV.

⁶ Studien über Protozoen des nördlichen Russland. AMA. XVI. (1879) 183.

¹ SCHNEIDER, op. cit. 196. — STEIN, Der Org. III. Taf. XIV. — MERESCHKOWSKY, op. cit. 183.

² CIENKOWSKI, Ueber Palmellaceen etc. AMA. VI. (1870) 430.

³ CIENKOWSKI, Beiträge zur Kenntniss der Monaden. AMA. I. (1865) 216. — STEIN, Der Org. III. Taf. II.

⁴ CIENKOWSKI, l. c.

⁵ CIENKOWSKI, Ueber Palmellaceen etc. 434.

⁶ Op. cit. 435.

⁷ Beitr. zur Kenntn. d. Monaden. 217.

monadinen vollgepfropft, und behufs Verdauung sich encystirt haben — nach einer Ruhepause von gewisser Dauer in 4 bis 8 Theilungssprosslinge, welche sich durch eine kleine Oeffnung der Cystenwand hindurchdrängen und vor dem Auseinanderschwärmen — gleich den Schwärmsporen einiger niederer Pilze und Algen — eine kurze Zeit hindurch noch von einer zarten schlauchartigen Hülle umschlossen bleiben.¹ Von STEIN wurde bei *Bodo caudatus* (wahrscheinlich mit *Colpodella pugnax* identisch) die im encystirten Zustand erfolgende Fortpflanzung und Ausschwärmung beobachtet; genannter Forscher thut aber der von CIENKOWSKI bei *Colpodella* beschriebenen zarten gemeinschaftlichen Hülle keine Erwähnung.²

Eine Art mit Conjugation beginnender geschlechtlicher Fortpflanzung wurde von DALLINGER und DRYSDALE an der schon oben erwähnten nicht näher bestimmten Monadine beobachtet. Nach den genannten Forschern schmiegen sich diese Monadinen paarweise an einander, verschmelzen allmählig zu einer einzigen dreieckigen Masse und beginnen, nachdem auch die letzte Spur einer Organisation verschwand, eine Periode der Ruhe. Nach kurzer Zeit aber treten in den Cysten wogende Bewegungen auf; die dreieckige Masse platzt an den Ecken plötzlich auf, und aus den Cysten ergiesst sich eine sehr feinkörnige dicke, gelbliche Substanz. DALLINGER und DRYSDALE halten die in dieser Substanz sichtbaren Körnchen, von nicht mehr wie etwa 0,000127 mm. Durchmesser (!), für Keime, welche sich durch langsames Wachsthum zu Monadinen entwickeln.³

Auch STEIN thut eines wahrscheinlich für Conjugation zu haltenden Processes Erwähnung, und zwar bei *Monas Guttula*⁴ sowie bei *Codonosiga Botrytis*;⁵ bei Beiden wird, wie bei der knospenförmigen Conjugation der Vorticellinen, ein kleineres Individuum gewissermassen auf ein grösseres aufgepfropft. Bei der letzteren, d. i. der knospenartigen Conjugation von *Codonosiga*, kann übrigens nach der von STEIN gebotenen Abbildung mit demselben Recht an eine abnorm verlaufende Theilung, wie an Conjugation gedacht werden. Andererseits dürften bei der Conjugation

von *Monas Guttula* die auf die grossen Monadinen sich gewissermassen aufpfropfenden viel kleineren kugel- oder birnenförmigen Individuen als parasitische Chytridien aufgefasst werden; wenigstens sind die auch von STEIN für Chytridien gehaltenen Gebilde an *Chlamydomonas Pulvisculus*¹ und *Chlorogonium cuculorum*,² nach den Abbildungen zu urtheilen, von den an *Monas Guttula* sitzenden Körperchen nicht verschieden. Uebrigens spricht auch STEIN blos von «vermeintlichen» und nicht von bestimmten Conjugationszuständen. STEIN scheint zur Annahme geneigt, dass der mit der vermeintlichen Conjugation beginnende sexuelle Fortpflanzungsprocess auch bei den farblosen Flagellaten zu einer vom Kern ausgehenden Fortpflanzung führt; wenigstens sind unter den Monadinen bei *Monas Guttula*,³ unter den Astasieen bei *Menoidium pellucidum*,⁴ und unter den Scytomonadinen bei *Tropidocyphus octocostatus*, *Anisonema grande* und bei *Entosiphon sulcatum*⁵ aus dem ausgewachsenen Kern sich entwickelnde «Keimkügelchen», sowie kleine «Embryonen» enthaltende «Keimschläuche» abgebildet, welche meiner Auffassung nach, wie die sich in den Kernen der Rhizopoden und grünen Flagellaten entwickelnden kleinen Schwärmer nicht den betreffenden Flagellaten angehören, sondern nur Schwärmer parasitischer Chytridiaceen sein können.

c) Cilioflagellaten.

Was über die Fortpflanzung einer der interessantesten, zugleich aber auch am schwierigsten zu erforschenden Gruppe der Flagellaten, der der Cilioflagellaten derzeit bekannt ist, erscheint — trotz der sehr eingehenden Studien von STEIN über Süsswasser-, dann von BERGH über Süsswasser-, besonders aber marine Cilioflagellaten, endlich von G. JOSEPH über eine höhlenbewohnende Art — sehr lückenhaft und lässt viel zu wünschen übrig.

Dass die frei schwärmenden Cilioflagellaten sich nicht — wie EHRENBURG und PERTY behaupteten — durch Längstheilung fortpflanzen, kann heute bereits für bewiesen gehalten werden; ebenso wenig ist zu bezweifeln, dass von genannten Forschern conjugirte

¹ CIENKOWSKI, op. cit. 216.

² Der Org. III. Taf. II. Fig. V. 13.

³ Vgl. HUXLEY, diss. cit., 68.

⁴ Der Org. III. Taf. I. Fig. VI. 6—8.

⁵ Op. cit., Taf. VIII. Fig. 10.

¹ Op. cit., Taf. XV. Fig. 11—15.

² Op. cit., Taf. XVIII. Fig. 24, 25 und 29.

³ Loc. cit.

⁴ Op. cit., Taf. XXIII.

⁵ Op. cit., Taf. XXIV.

Paare für in Längstheilung begriffen angesprochen wurden.

Der Theilungsprocess ist bisher bloß bei *Peridinium tabulatum*, *Glenodinium cinctum*, *Gymnodinium Pulvisculus* und *G. Vorticella* bekannt; derselbe wurde bei Allen von STEIN entdeckt,¹ und die Untersuchungen von BERGH über *Peridinium* und *Glenodinium*² dienen bloß zur Bestätigung der Richtigkeit der STEIN'schen Beobachtungen.

Die sich theilenden Cilioflagellaten umgeben sich mit einer abstehenden gallertigen Hülle, contrahiren sich innerhalb dieser zu Kugeln und zerfallen der Quere nach in zwei gleiche Hälften, welche nach Erlangung ihrer charakteristischen Organisation bei den gepanzerten Formen (*Peridinium*, *Glenodinium*) auch noch beim Verlassen der gallertigen Cysten membranlos sind und erst während des freien Schwärmens ihre Panzer absondern. Unter den gepanzerten Formen ist *Peridinium* insofern von *Glenodinium* verschieden, als jenes, im Begriff sich zur Theilung anzuschicken, den Panzer nicht verläßt, während das letztere sich häutet. Es führt jedoch die bei den gepanzerten Cilioflagellaten sehr häufig zu beobachtende und bereits von CLAPARÈDE und LACHMANN³ beschriebene Häutung nicht immer zur Theilung. Die Zahl der Theilungssprosslinge beträgt gewöhnlich zwei; nur bei *Gymnodinium Pulvisculus* wurde einmal von STEIN eine Cyste mit vier Theilungssprosslingen angetroffen.⁴

Nach den Untersuchungen von STEIN erfolgt bei den Cilioflagellaten, wie bereits erwähnt, stets eine Quertheilung, welche mit der bei den meisten übrigen Flagellaten beobachteten Theilungsrichtung, welche den Körper in einer vom Geißel-, zum entgegengesetzten Ende verlaufenden Achse halbt, vollkommen übereinstimmt, da dieser Achse bei den Cilioflagellaten die Querachse des Körpers entspricht.

Ich muss hier noch der, von CLAPARÈDE und LACHMANN⁵ mit See- und Süßwasser-Cilioflagellaten, von STEIN⁶ aber mit *Peridinium tabulatum* angetroffenen eigenthümlichen, closterienförmigen Cysten erwähnen. Von diesen ziemlich derben und starren Cysten

werden bald einzelne, gestreckte, nackte peridiniënartige Körper, bald 4 bis 8 sehr kleine nackte Peridiniën oder — nach STEIN's Gattungscharakteren — richtiger Gymnodiniën eingeschlossen. Diese Cysten sind höchst wahrscheinlich Ruheformen von Peridiniën und Glenodiniën, welche ihre Panzer abgeworfen haben, und die in ihnen zur Entwicklung gelangten Cilioflagellaten, welche Mikrogonidien genannt werden könnten, sind durch mehrfache Theilung des encystirten Plasmaleibes entstanden.

Wie bereits erwähnt, haben EHRENBURG und PERTY von mehreren Cilioflagellaten eine während des freien Schwärmens sich vollziehende Längstheilung behauptet, und auch von CLAPARÈDE und LACHMANN¹ wurde eine kleine Seewasser-Peridinee angeführt und abgebildet, deren aus zwei freien rückwärtigen und einem gemeinsamen vorderen Theil bestehender Leib von den genannten Forschern als in Längstheilung begriffen angesprochen wurde. Dieser Auffassung gegenüber wurde durch die Untersuchungen von STEIN und von JOSEPH über allen Zweifel erhoben, dass solche Paare sich nicht in Theilung, sondern in Conjugation befinden, und nach beiden Forschern bildet diese Conjugation den Ausgangspunkt einer geschlechtlichen Fortpflanzung der Cilioflagellaten.

Nach STEIN's an *Gymnodinium Pulvisculus* angestellten Untersuchungen² vereinigen sich die stets gleich grossen Conjugations-Paare mit den entgegengesetzten Rändern der Bauchseite — d. h. der concaven Körperseite — und verschmelzen, ohne das Schwärmen aufzugeben, allmählig vollständig, wobei auch die Kerne der beiden Individuen zu einer Kugel verschmelzen. Die durch Copulation je zweier Individuen entstandenen, und von STEIN als *geschlechtliche Generation* aufgefassten Gymnodiniën sind, von der Grösse abgesehen, von den Gewöhnlichen in nichts verschieden. Aus den durch die Vereinigung zweier Kerne befruchteten Kernen selbst, oder wie STEIN nach einzelnen Beobachtungen vermuthet, aus den in den Kernen sich entwickelnden Kugeln entstehen «*Keimkugeln*», welche je eine helle Blase und in dieser einen centralen Kern enthalten, und hierdurch, wie sich STEIN ausdrückt, mit Eiern, welche ein Keimbläschen und einen Keimfleck einschliessen, vollkommen übereinstimmen. Die Keimkugeln bleiben in den meisten Fällen ungetheilt, nur

¹ Der Org. III. 94.

² Der Organismus der Cilioflagellaten. Eine phylogenetische Studie. MJ. VII. (1881) 240, 248.

³ Études. III. 71.

⁴ Op. cit., 95.

⁵ Ét. III. 70.

⁶ Op. cit., 94.

¹ Op. cit., 73. Taf. 13, Fig. 22.

² Op. cit., 95.

selten theilen sie sich in zwei Hälften, wodurch übrigens der weitere Entwicklungsgang nicht im mindesten beeinflusst wird. Letzterer besteht darin, dass die Substanz der einzigen oder der zwei Keimkugeln allmählig in sehr viele, bloss durch die sehr dünne Membran der Keimkugeln zusammengehaltene kleine Kügelchen zerfällt, an deren Bildung die unverändert bleibenden centralen Bläschen sich nicht betheiligen. In dieser Weise sind aus den Keimkugeln zahlreiche kleine Embryonen enthaltende *Keimschlüuche* entstanden; die Organisation und das Ausschwärmen dieser Embryonen wurde aber von STEIN nicht erforscht.

Aus dieser Schilderung geht hervor, dass die STEIN'schen Untersuchungen über die geschlechtliche Fortpflanzung der Cilioflagellaten im Wesentlichen zu denselben Ergebnissen führten, wie bei den Nudiflagellaten; auch bei den Cilioflagellaten entwickeln sich aus den veränderten Kernen der geschlechtlichen Generation kleine *«Embryonen»*, deren Organisation aber STEIN nicht zu ergründen vermochte, und deren weiteres Schicksal in ein gleiches Dunkel gehüllt ist, wie das der Embryonen der Nudiflagellaten. Solche *«Embryonen»* kamen, wie bei zahlreichen Nudiflagellaten, so auch bei *Peridinium tabulatum* auch mir recht oft zur Beobachtung, und ich konnte mich auf das Bestimmteste überzeugen, dass es nichts anderes, als Schwärmer parasitischer Chytridiaceen sind, welche aus dem Inneren der Peridinien durch flaschenhalsförmige Röhren hervorschwärmen; letztere Röhren sprossen von der Oberfläche noch nicht in Schwärmer zerfallener *«Keimkugeln»* und durchbrechen schliesslich den Panzer der Peridinie; die frei gewordenen Schwärmer siedeln sich an der Oberfläche gesunder Peridinien an und entwickeln sich zu Chytridienzellen. Ich kann mich demnach der Auffassung von BERGH, wonach sich die STEIN'schen Untersuchungen auf offenbar durch Parasiten befallene Individuen beziehen,¹ vollkommen anschliessen.

Ausser STEIN hat auch G. JOSEPH eine geschlechtliche Fortpflanzung beschrieben, und zwar von dem in den Wässern der bei Adelsberg gelegenen Höhle Pinka jama lebenden *Peridinium stygium*.² Von diesem Cilioflagellaten bevölkern zwei Formen die in

der Höhle befindlichen Pfützen: nämlich eine ungepanzerte kleinere, nach den STEIN'schen Gattungscharakteren in die Gattung *Gymnodinium* gehörige Form, und dann eine grössere Form mit einem aus 25 unregelmässig pentagonalen Tafelchen gebildeten Panzer, welche demnach in die Gattung *Peridinium* gehört. Erstere sind die jungen, letztere die entwickelten, mit der Panzerbildung gleichzeitig auch geschlechtsreif gewordenen Individuen von *Peridinium stygium*.

Die geschlechtliche Fortpflanzung dieser Art geht nach den Untersuchungen von JOSEPH, folgender Weise vor sich: Die Peridinien conjugiren sich paarweise, und zwar scheinen sie mittelst einer Substanz, welche aus einem in der Längsfurche der hinteren Körperhälfte befindlichen Spalt (Mundöffnung) hervorquillt, an einander zu kleben. Die conjugirten Individuen vereinigten sich stets in entgegengesetzter Lage, so dass die eine hintere Körperhälfte nach vorne, die andere nach hinten gerichtet war, und frei hervorragte. Die Kerne näherten sich einander und schienen eine einzige bisquitförmige Masse zu bilden, in welcher winzige Körnchen ein lebhaftes Wimmeln zeigten; ob hierbei ein Austausch von Kernsubstanz stattfand, konnte nicht entschieden werden. Eine Copulation der Paare erfolgte niemals, sondern es trennten sich dieselben wieder, warfen Geisseln und Cilien ab, und die Bewegungen hörten auf. Hierauf begannen die Kerne auf Kosten der Körpersubstanz zu wachsen und bildeten entweder einzelne Kugeln, oder theilten sich in zwei Stücke, umgaben sich mit einer zarten Hülle und sprengten endlich die Panzer, um ins Freie zu gelangen.

Für die weitere Entwicklung ist es massgebend, ob die Kerne vereint geblieben sind oder sich getheilt haben. Im letzteren Fall entwickelt sich jeder Kerntheil zu einem *Gymnodinium*. Im ersteren Fall dagegen füllen sich die Kernkugeln oder *«Keimkugeln»* — nachdem die Körnchen aus ihrer Substanz verschwunden sind — mit je ein helles Centrum aufweisenden zahlreichen Bläschen. Diese Bläschen werden stetig grösser, sprengen die Membran der Keimkugeln und gelangen ins Freie, um sich hier zu *Gymnodinien* zu entwickeln, aus welchen später Peridinien werden.

Inwiefern die geschilderte «geschlechtliche Fortpflanzungsart» auf richtigen Beobachtungen beruht, das zu entscheiden werden erst fernere Untersuchungen ermöglichen.

¹ Op. cit. 191.

² Ueber Grotten-Infusorien. Vortrag in der Sitzung der naturwiss. Sect. der schles. Gesellsch. für vaterl. Cultur am 13. Nov. 1878. Zoolog. Anz. No. 22. (1879) 114.

4. Noctilucen.

Die Fortpflanzung der Noctilucen ist aus den von BRIGHTWELL¹ und von CIENKOWSKI² an *Noctiluca miliaris* angestellten Untersuchungen bekannt.

BRIGHTWELL hat eine hauptsächlich im Herbst und Winter stattfindende Fortpflanzung durch Theilung beobachtet, bei welcher die Individuen theils noch während ihrer freien Bewegung, theils nach Verlust der Geisseln und Fühler sammt den Kernen in zwei gleiche Theile zerfallen.

Dagegen hat CIENKOWSKI eine Fortpflanzung durch Knospung beobachtet, deren erste Phasen lebhaft an die partielle Eifurchung erinnern. Schon BUSCH³ that nach Verlust der Geisseln und Tentakeln zu Kugeln contrahirter bläschenförmiger Noctilucen Erwähnung, in welchen sich Keime bilden, welche sich zu kleinen Noctilucen umwandeln. Diese Schwärmer kommen nach CIENKOWSKI auf folgende Weise zu Stande: Die zur Knospung sich anschickenden Noctilucen ziehen Geissel und Tentakel ein und verlieren die Mundöffnung; inzwischen zieht sich das Protoplasma, in welchem auch der Kern zu verschwinden scheint, auf ein Segment der bläschenförmigen Körperhülle. Hierauf zerfällt die in eine Scheibe vereinigte Körpersubstanz, das sogen. *Schild*, gleich einem Eie mit partieller Furchung, durch wiederholte Theilung in 2, 4, 8, 16 und mehr Theile. Mit fortschreitender Theilung treten die Protoplasmatheilchen sammt der dieselben bedeckenden Hülle immer mehr knospenartig hervor; nachdem diese Knospen eine Grösse von etwa 0,016 bis 0,22 mm. erreichten, entwickelt sich an deren freiem Ende eine feine Geissel, worauf dieselben von der Basis sich abschnüren und auseinanderschwärmen. Diese kleinen Schwärmer zeigen einen neben der feinen Geissel hervorragenden fadenförmigen Fortsatz, aus welchem sich später der Tentakel entwickelt; dieselben sehen mit dickem Strunk versehenen Hutpilzen ähnlich,

¹ On Self-Division of Noctiluca. Quat. Journ. of Microsc. Sciences. Vol. III. 1855. Vgl. CLAUS, Grundzüge der Zoologie. III. Aufl. (1876) 144.

² Ueber Schwärmerbildung bei Noctiluca miliaris. AMA. VII. (1871) 131; ferner: Sitzungsberichte der zoologischen Abtheilung der III. Versammlung russischer Naturforscher in Kiew. Mitgetheilt von KOWALEWSKY. ZWZ. XXII. (1872) 297.

³ Beobachtungen über wirbellose See-Thiere. 1851. Vgl. BRONN, Class. und Ordn. des Thierreichs. Bd. I. (1859) 64.

und nehmen später, während des Schwärmens, beinahe eine Colpodenform an. Zuweilen wachsen die aus den Schildchen sprossenden Schwärmer vor der Abschnürung zu beträchtlicher Grösse an; in ihrem Inneren bildet sich ein Kern und ihr Plasma erhält ein schaumiges Gefüge, in welchem Zustand dieselben den bereits von BUSCH beschriebenen jungen Noctilucen sehr ähnlich sehen.

Von CIENKOWSKI wurde bei den Noctilucen auch eine Conjugation beobachtet. Zwei Noctilucen schmiegen sich mit der Seite, welche den Mund trägt, eng aneinander, verlieren die Geisseln und Tentakeln und verschmelzen, wobei sich auch die beiden Kerne vereinigen. Es ist wahrscheinlich, dass die Conjugation auf die Schwärmerbildung fördernd einwirkt; dass dieselbe aber der Knospungsbildung nicht unbedingt vorangeht, dafür spricht der Umstand, dass CIENKOWSKI auch sehr kleine Noctilucen mit Knospen antraf.

5. Ciliaten.

A) Theilung und Knospungsbildung.

Die Fortpflanzung der Ciliaten durch Theilung war, wie im Obigen dargelegt wurde, bereits den ersten Forschern der Protisten bekannt, und für einzelne Infusorien wurden die Details des Theilungsprocesses schon von den ersten Forschern genau beobachtet. So lieferte z. B. der unsterbliche Erforscher der Süsswasser-Polypen, ABRAHAM TREMBLEY bereits in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts von der Theilung der Stentoren eine geradezu classische Beschreibung.¹

Trotzdem, dass — wie oben erwähnt — die der Länge nach an einander geschmiegtten Ciliaten bereits von LEEUWENHOEK und O. FR. MÜLLER als nicht in Theilung, sondern in «*Begattung*» begriffen angesprochen wurden: hielt sich die EHRENBURG'sche Auffassung von der sowohl durch Quer-, als durch Längstheilung erfolgenden Fortpflanzung der Ciliaten bis in die jüngste Zeit aufrecht, und der Conjugationsprocess musste von BALBIANI aufs Neue entdeckt werden. Durch die Untersuchungen von BALBIANI, STEIN, ENGELMANN, BÜTSCHLI u. A. wurde der endgiltige

¹ Des Herrn TREMBLEY Abhandlungen zur Geschichte einer Polypenart des süsssen Wassers mit hörnerförmigen Armen. Aus dem Französischen übersetzt von JOHANN AUGUST EPHRAIM GOEZE. Quedlinburg, 1775. Vgl. ibidem: Abhandlung von den Strauss- und Trichterpolypen. 471—486.

Beweis geführt, dass eine Längstheilung nur bei sehr wenig Ciliaten stattfindet, und dass die in dieser Richtung paarweise zusammenhängenden Infusorien thatsächlich nicht in Theilung, sondern in Conjugation, einem weiter unten eingehender zu erörternden Vorgang begriffen sind.

Das, was wir beim heutigen Stand unserer Kenntnisse über die Fortpflanzung der Ciliaten durch Theilung wissen, lässt sich in Folgendem zusammenfassen.

Der Theilung geht, wenn auch nicht immer, so doch in den meisten Fällen ein Wachsthum des Ciliatenleibes in einer auf die Theilungsebene verticalen Achse voran; diese Achse aber entspricht — da die Theilung in den meisten Fällen nach der Quere erfolgt — der Längsachse des Protisten. Nur bei den einfachsten Formen, sagt STEIN,¹ ist die Theilung kaum für mehr, als eine einfache Halbierung des Körpers und des Kernes anzusehen, so z. B. bei gewissen *Opalinen*. Je complicirter aber die Ciliaten organisirt sind, um so complicirter werden auch die während der Theilung verlaufenden Vorgänge sein; denn jede zu einem neuen Individuum bestimmte Körperhälfte muss sich so lange verändern, bis sie die mütterliche Organisation wenigstens in allen wesentlichen Punkten erreicht hat; erst dann kann die endgültige Abschnürung stattfinden. In der einen Hälfte kann ein Theil der vorhandenen Organisation, wie z. B. das Peristom, der Mund, der Schlund etc. meist unverändert fortbestehen; dagegen müssen in der anderen Hälfte gerade diese Theile aufs Neue gebildet werden, und dieser Neubildung muss eine Vernichtung der derselben hinderlichen alten Organisation vorangehen. Am complicirtesten gestaltet sich der Theilungsprocess bei den *Oxytrichinen*, *Euplotinen* und *Aspidiscinen*, bei welchen nicht nur — wie bei den *Heterotrichen* — in der einen Hälfte der Mund mit dem complicirten Peristom neugebildet werden muss, sondern es entwickelt sich ausserdem in beiden Hälften ein ganz neues Ciliensystem, welches das alte verdrängt.

Die Theilung erstreckt sich natürlich auch auf die Kerngebilde, welche sich aber, wie FREY² und STEIN³ hervorheben, nicht immer, wie bei der gewöhnlichen Zelltheilung, vor der Theilung des Ci-

liatenleibes selbst theilen, sondern sehr häufig mit dieser Schritt halten; es lässt sich sogar an den Kerngebilden häufig noch gar keine Veränderung beobachten, wenn an der Körperoberfläche die die Theilung begleitenden Veränderungen bereits mehrweniger vorgeschritten sind.

Die in Einzahl vorkommenden, kugeligen oder eiförmigen Kerne strecken sich vor ihrer Theilung in die Länge und erst dann theilen sie sich. Das Gegentheil geschieht bei den mit bandförmigen Kernen versehenen Ciliaten, den *Vorticellinen* und *Euplotinen*, bei welchen der Kern vor der Theilung sich verkürzt.

Bei den *Oxytrichinen* verschmelzen die beiden, nach BALBIANI¹ und BÜTSCHLI² durch einen feinen Faden verbundenen Kerne vor der Theilung zu einem einzigen Körper und zerfallen erst dann in vier Theile. Auch die rosenkranzartigen Kerne, durch welche z. B. mehrere Arten der *Stentoren* und *Spirostomum ambiguum* charakterisirt sind, verschmelzen vor der Theilung in einen einzigen eiförmigen Körper.

Diese Details, welche wir hauptsächlich den Untersuchungen von BALBIANI³ verdanken, wurden grösstentheils auch durch andere Forscher bestätigt; die aus den einzelnen Beobachtungsergebnissen abgeleitete allgemeine Regel ist aber, nach STEIN, doch nur im Grossen und Ganzen richtig, indem verschiedene Abweichungen von dem regelmässigen Verlauf vorkommen.⁴

Bei den mit sehr zahlreichen Kernen versehenen *Opalinen* (*Opalina Ranarum*, *O. obtrigona*, *O. dimidiata*) verhalten sich die Kerne, wie aus den schönen Untersuchungen von ZELLER bekannt ist,⁵ bei der Theilung ganz passiv, und es entfallen auf jede Theilungshälfte mehr oder weniger. Dasselbe fand BÜTSCHLI bei *Loxodes Rostrum*.⁶

¹ Du rôle des organes générateurs dans la division spontanée des Infusoires ciliés. Journ. de la Physiologie. Tome III. No. IX. (1860) 75.

² Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung und die Conjugation der Infusorien. Abhandl. der Senckenberg'schen naturforsch. Gesellschaft. X. Bd. (1876) 381.

³ Diss. cit.

⁴ Der Org. II. 46.

⁵ Untersuchungen über die Fortpflanzung der Opalinen. ZWZ. XXIX. (1877) 352.

⁶ Studien etc. 288.

¹ Der Org. I. 92.

² Das einfachste thierische Leben. (1858) 56.

³ Der Org. I. 92.

Schon bei STEIN¹ und bei BALBIANI² finden wir erwähnt, dass der Kern der *Urostyla grandis* während der Theilung eine zarte Längs- (BALBIANI) oder wellige Streifung (STEIN) annimmt; desgleichen fand auch ENGELMANN eine Längsstreifung an dem während der Theilung gestreckten Kern von *Didinium nasutum*.^{3*} BÜTSCHLI hat diese zarte Streifung, welche nach der Theilung alsbald wieder verschwindet, während der Theilung und — wie weiter unten gezeigt werden soll — auch während der Knospenbildung an den Kernen zahlreicher Ciliaten (*Stylonychia*, *Paramecium Bursaria*, *Vorticella nebulifera*, *Carchesium polypinum*) beobachtet,^{4**} und behauptet gewiss mit Recht, dass die zarte streifige Differenzirung der in Theilung begriffenen Kernsubstanz bei den Ciliaten als allgemeine Regel gelte, was für um so wahrscheinlicher zu halten ist, als dieselbe Streifung — wie oben angeführt wurde — nach den Untersuchungen von GRUBER auch in den sich theilenden Kernen der Monothalamien auftritt. Der durch die neueren Untersuchungen von BÜTSCHLI, FOL, OSCAR HERTWIG, FLEMMING, SELENKA, STRASBURGER u. A. gelieferte Nachweis, dass die Kerne der Thier- und Pflanzenzellen während der Theilung ganz regelmässig eine streifige Beschaffenheit annehmen, ist ein neuerer Beweis für die vollkommene morphologische Gleichwerthigkeit der Kerne der Protisten mit den Zellkernen.

¹ Der Org. I. 199.

² Recherches sur les phénomènes sexuels des Infusoires. Extrait du Journ. de la Physiologie. Nos. de Janvier à Octobre. (1861) 46.

³ Zur Naturgeschichte der Infusionsthiere. ZWZ. XI. (1861) 376.

⁴ MAX SCHULTZE hat viel früher, bereits im Jahre 1851, die zarte meridionale Streifung am Kern von *Opalina lineata*, einem Parasiten der in der Ostsee lebenden Nais littoralis erwähnt und auch charakteristisch abgebildet (Beiträge zur Naturgeschichte der Turbellarien. (1851) 69. Taf. VII. Fig. 10 und 11.); nur hat SCHULTZE, in der Meinung die Opalinen seien Ammen von Würmern, in den gestreiften Gebilden das, was sie eigentlich vorstellen, d. i. Kerne, nicht erkannt. Es dürfte dies die erste Angabe über die streifige Differenzirung der in Theilung begriffenen Kerne, und deren Erwähnung hier um so mehr am Platze sein, als sich diese Angabe in der einschlägigen Literatur — meines Wissens — nirgends vorfindet.

⁴ Studien etc. 283.

** BÜTSCHLI vermisse die Streifung der sich theilenden Kerne unter den von ihm untersuchten Ciliaten bloß bei *Paramecium Aurelia*.

Das Kernkörperchen (*nucleolus*, *primärer Kern* BÜTSCHLI), oder mit dem oben gebrauchten Ausdruck: der *Reservekern*, hält in der Zweitheilung mit dem Kern gleichen Schritt und zeigt während der Theilung gleichfalls eine longitudinale Streifung, was zuerst von STEIN bei *Stylonychia Mytilus*,¹ später bei *Balantidium Entozoon*,² von KÖLLIKER aber bei *Paramecium Aurelia*³ beobachtet wurde. Nach BALBIANI⁴ zeigen die Kernkörperchen sämtlicher Infusorien während des Theilungsvorganges die nämlichen Veränderungen: zuerst werden dieselben sichtlich grösser und in longitudinaler Richtung zart gestreift; hierauf schwellen ihre beiden Enden keulenförmig an und verlängern sich, die Streifung noch beibehaltend, strangartig; endlich verschwinden die Verbindungsfäden, und die keulenförmigen Enden verändern sich zu Kernkörperchen mit vollkommen homogener Substanz. Diese Beobachtungen werden durch die neueren Untersuchungen von BÜTSCHLI als vollkommen richtig bestätigt. Demnach stimmen die Kernkörperchen, hinsichtlich der während der Theilung auftretenden feineren Strukturveränderungen, mit den Kernen der Infusorien, resp. der Thier- und Pflanzenzellen vollkommen überein.

Wie bereits erwähnt, ist die Theilung bei den meisten Infusorien eine transversale, d. h. die Theilungsebene steht senkrecht auf die Längsachse. Unter den mit Mundöffnung versehenen Ciliaten bilden bloß die *Vorticellinen* in weiterem Sinne (*Vorticellina* Ehrb., *Ophrydina* Ehrb. und *Urceolarina* Stein) eine Ausnahme, da sich dieselben in der Richtung der Längsachse theilen. Diese Ausnahme ist aber meiner Auffassung nach bloß eine scheinbare; hauptsächlich erfolgt die Theilung auch bei den Vorticellinen in der nämlichen Achse, wie bei den übrigen mit Mundöffnung versehenen Ciliaten; die Scheibe des Wirbelorgans der Vorticellinen entspricht nämlich, meiner Auffassung nach, dem Bauchfelde der Hypotrichen, demzufolge die Achse, welche die Mitte der Bauch- und Rückenfläche der Hypotrichen verbindet mit der Längsachse der Vorticellinen zusammenfällt, d. i. mit derjenigen Achse, in welcher sich sowohl die Hypotrichen, als auch die Vorticellinen theilen.

¹ Der Org. 154.

² Der Org. 316.

³ Icones histologicae. I. Abth. (1864) Taf. I. Fig. 1—3

⁴ Diss. cit.

Die in schräger Richtung erfolgende Theilung der gleichfalls zu den im weiteren Sinne genommenen Vorticellinen gehörigen *Lagenophryen*, welche wir aus den Untersuchungen von STEIN kennen,¹ ist von der Theilung anderer mit Mundöffnung versehenen Ciliaten in der That durchwegs verschieden; indessen dürfte diese Fortpflanzungsart, meines Erachtens, weniger einer Theilung, als einer Knospenbildung entsprechen, welche ihre Analogie bei *Spirochona gemmipara* findet.

Unter den mundlosen Infusorien gehört bei den *Acinetinen* die Theilung zu den selteneren Fortpflanzungsarten und erinnert, wie STEIN bemerkt,² lebhaft an die Knospenbildung. Unter die durch Theilung sich fortpflanzenden Acinetinen gehören: *Podophrya fixa*,³ *Acineta mystacina*⁴ und *Urnula Epistylidis*.^{5*} Bei allen diesen Acinetinen verläuft die Theilungsebene meist in schräger, seltener in longitudinaler oder transversaler Richtung und theilt den Körper des Ciliaten meist in zwei ungleiche Hälften, von welchen die kleineren Theilungssprosslinge (am auffallendsten bei *Urnula*) aus dem Mutterindividuum gleichsam ausgeschnitten werden; erstere erhalten an der Oberfläche auf longitudinal oder schräg verlaufenden Streifen dicht sitzende Cilien, um von den an Ort und Stelle verweilenden grösseren Hälften losgerissen, in der Form holotricher Infusorien fortzuschwärmen. Hierher gehören hinsichtlich ihrer Fortpflanzung — wie auch STEIN bemerkt⁶ — noch die in den mit Mundöffnung versehenen Ciliaten schmarotzenden *Sphaerophryen* — die sogenannten *acinetenformigen Embryonen*.

Bei der anderen Gruppe der mundlosen Ciliaten, den *Opalininen*, wechselt die Theilungsrichtung und verläuft bald transversal, bald schräg oder longi-

nal; aber auch bei diesen ist von den verschiedenen Theilungsrichtungen die Quertheilung am häufigsten vertreten. Eine solche Theilung wurde von MAX SCHULTZE bei der im Darm von *Planaria torva* schmarotzenden *Opalina Planariarum* (= *Op. polymorpha* SCHULTZE) und bei der in *Nais littoralis* schmarotzenden *Opalina lineata*,¹ — von STEIN ebenfalls bei *Opalina Planariarum*, ferner bei der im *Lumbricus terrestris* lebenden *Hoplitophrya (Opalina) Lumbrici*,² endlich bei der in *Saenuris variegata* schmarotzenden *Opalina secans*³ beobachtet, mit welcher letzteren die von FREY ebenfalls in Quertheilung beobachtete, aber nicht näher bestimmte *Opalinine*⁴ identisch sein dürfte. Bei allen diesen Theilungsvorgängen ist die hintere Theilungshälfte meistens auffallend kleiner als die vordere, und erscheint häufig mehr wie eine Knospe. In nicht gar seltenen Fällen pflegt sich die Theilung, noch bevor die Theilungssprosslinge sich getrennt hätten, zu wiederholen. So erwähnt STEIN bei *Opalina secans* und FREY bei der mit dieser wahrscheinlich identischen Opalinine dreigliederige Ketten, welche dadurch zu Stande kommen, dass sich am hinteren Theil der vorderen grösseren Hälfte der in zwei ungleiche Hälften getheilten Opaline, noch bevor die zuerst gebildeten Theilungshälften sich vollständig getrennt hätten, ein zweiter sehr kleiner Theilungssprossling entwickelt. Bei manchen Opalininen wiederholt sich die Theilung bis zur vollständigen Scheidung der einzelnen Individuen noch mehrere Male, wodurch, wie bei gewissen rhabdocoelen Turbellarien (z. B. *Microstomum*, *Stenostomum*, *Catenula*) und Naiden aus vier bis acht, ja zehn Individuen bestehende Ketten zu Stande kommen. Solcher Opalinenketten that OERSTE bereits im Jahre 1844 Erwähnung.⁵ Eine ähnliche Kettenbildung wurde auch von CLAPARÈDE und LACHMANN bei einer Opaline beobachtet, welche in einer an den norwegischen Küsten häufigen aber nicht näher bestimmten Annelide schmarotzt und der SCHULTZE'schen *Opalina lineata* sehr nahe steht;⁶ ferner wurde in neuerer Zeit eine

¹ Die Infusionsthier. 85—95.

² Der Org. I. 94.

³ STEIN, op. et l. cit.

⁴ CLAP. et LACHM. Etudes. III. 133. — STEIN, l. c. — BÜTSCHLI, Ueber die Entstehung der Schwärmsprosslinge der *Podophrya quadripartita* Clap. et Lachm. JZ. X. Neue Folge. III. (1876) 307.

⁵ CLAP. et LACHM. Etudes. III. 208. — STEIN, Der Org. II. 108.

* Von CLAPARÈDE und LACHMANN wurde diese, der *Acineta mystacina* am nächsten stehende Acinetine — wie ENGELMANN (Zur Naturgeschichte der Infusionsthier. ZWZ. XI. (1861) Sep. Abdr. 25) und STEIN (Der Org. II. 107) nachwiesen — irrtümlich für einen Rhizopoden gehalten.

⁶ Der Org. I. 94.

¹ Beiträge zur Naturgeschichte der Turbellarien. (1851) 69.

² Die Infusionsthier. 179 u. 184.

³ Der Org. I. 94.

⁴ Das einfachste thierische Leben. 57.

⁵ Entwurf einer systematischen Eintheilung und speciellen Beschreibung der Plattwürmer. Kopenhagen. (1844) 14.

⁶ Etudes II. 375.

Kettenbildung von MAUPAS¹ und EVERTS² bei der im Darm des algerischen *Bufo pantherinus*, dann von *Discoglossus pictus* und *Rana esculenta* schmarotzenden *Haplophrya gigantea* Maup. (= *Opalina Discoglossi* Everts), — endlich von VEJDovsky bei der in *Enchytracus Galba* und *E. Hegemon* schmarotzenden *Opalina filum*³ beobachtet.

Die Fortpflanzung der in unseren Batrachiern fast constant und zwar in sehr grosser Anzahl schmarotzenden Opalininen (*Opalina Ranarum*, *O. dimidiata*, *O. obtrigona*, *O. senilis* Zeller = *Anoplophrya intestinalis* Stein) ist, obschon dieselben durch zahlreiche Forscher untersucht wurden, bis in die jüngste Zeit gänzlich unbekannt gewesen, und die immense Anzahl dieser Schmarotzer bildete ein wahres Räthsel. Es wurde zwar von STEIN erwähnt, dass er bei Durchmusterung mehrerer Hundert Individuen von *Opalina Ranarum* einzelne mit eingeschnürtem Leib antraf; allein die Furche war von einer so ganz ungewohnten Richtung, dass sie nur von einer äusseren Ursache herkommen konnte.⁴ Die Untersuchungen von ENGELMANN über die Fortpflanzung der Opalinen⁵ hatten zwar zum Ergebniss, dass die — von ENGELMANN, wie ZELLER nachwies, irrthümlich für *Opalina Ranarum* gehaltene — *O. dimidiata* in encystirtem Zustand in sehr junge (24 bis 26 mm. lange) Larven von *Rana esculenta* einwandert, und es gelang ihm auch von Schritt zu Schritt zu verfolgen, wie die aus den sehr kleinen Cysten von nur 0,01 bis 0,025 mm. Durchmesser auskriechende kleine, schlanke, einkernige Brut sich durch rasches Wachsthum und wiederholte Kerntheilung zu stattlichen Opalinen mit zahlreichen Kernen entwickelt; die Entwicklung der kleinen Cysten mit den einkernigen schlanken Opalinen zu erforschen war er aber vergebens bemüht.

Durch die schönen Untersuchungen von ZELLER⁶

¹ *Haplophrya gigantea*, Opaline nouvelle de l'intestin des Batraciens anoures d'Algérie. CR. Tome 88. (1878) 921.

² Bijdrag tot de Kennis der Opalinen mit het Darmkanaal van Batrachiers. Tijdschr. Neederl. Dierk. Vereen. 4 D. 92. — Vgl. Zoolog. Jahresb. für 1879. I. (1880) 182.

³ Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Anneliden. I. Prag. 1879.

⁴ Die Infusionsthiere, 182.

⁵ Ueber Entwicklung und Fortpflanzung von Infusorien. MJ. I. (1876) 574.

⁶ Untersuchungen über die Fortpflanzung und die Entwicklung der in unseren Batrachiern schmarotzenden Opalinen, ZWZ. XXIX. (1877) 352.

wird diese Lücke im Entwicklungsgang der Opalinen vollständig ausgefüllt, und alles über die Entwicklung und Fortpflanzung der Opalinen bis dahin Räthselhafte endgiltig gelöst.

Nach ZELLER vermehren sich die in unseren Batrachiern schmarotzenden Opalininen (*Opalina Ranarum* in *Rana temporaria*, *Bufo variabilis* und *B. cinereus*, — *O. dimidiata* in *Rana esculenta* und selten in *Bufo cinereus*, — *O. obtrigona* in *Hyla arborea*, — *O. similis* Zell = *Anoplophrya intestinalis* Stein in *Bombinator igneus*, *Pelobates fuscus* und *Rana esculenta*, — *O. caudata* in *Bombinator igneus*) durch Theilung in transversaler, schräger oder longitudinaler Richtung. Einzelne in Theilung begriffene Exemplare können schon gegen Ende des Sommers und im Herbst angetroffen werden, doch führt diese Theilung nicht zur Entwicklung kleiner Individuen. Die eigentliche Fortpflanzungszeit fällt auf das Frühjahr, beginnt sofort nachdem die Batrachier nach beendigem Winterschlaf ihre Schlupfwinkel verlassen und die Gewässer aufsuchen, und dauert ein-zwei Wochen, seltener eben so viel Monate lang. Zu dieser Zeit zerfallen die Opalinen durch in sehr unregelmässigen Richtungen rasch sich wiederholende Theilung in zahlreiche sehr kleine Individuen. Die Kerne der polynucleären Opalinen verhalten sich bei der Theilung vollkommen passiv, und auf die Theilungshälften entfallen, je nach ihrer Grösse, Kerne von sehr verschiedener Anzahl; schliesslich enthält die durch rasch auf einander folgende Theilung entstandene winzige Generation verhältnissmässig wenig, 3 bis 12 Kerne. Bei den Opalinen mit Doppelkernen, welche durch einen feinen Faden verbunden sind (*O. similis*, *O. caudata*), betheiligen sich hingegen auch die Kerne an der Theilung, doch sind die kleinen Individuen der letzten Generation bloss mit je einem Kern versehen. Die auf diese Weise sich entwickelnden winzigen Opalinen encystiren sich, werden mit den Fäces entleert und bleiben im Wasser eine Zeit lang ganz unverändert liegen. Die Entwicklung beginnt erst dann, wenn die Cysten durch Larven der betreffenden Batrachierart verschlungen und in die hinteren Darmpartien gelangt sind. Die mit mehreren Kernen versehenen kleinen Opalinen werden vor Verlassen der Cyste erst einkernig, und zwar nach ZELLER wahrscheinlich durch Verschmelzen der mehreren kleinen Kerne zu einem grösseren. Es sind das die einkernigen encystirten kleinen Opalinen, deren Einwan-

derung bereits durch ENGELMANN nachgewiesen wurde.

Demgemäss verlassen alle Opalinen unserer Batrachier ihre Cysten in einkernigem Zustand, und auch hinsichtlich der gestreckten Lanzen- oder Eiform der Individuen dieser jungen Generation besteht zwischen den einzelnen Arten keinerlei merklicher Unterschied.

Die jungen Opalinen erreichen erst nach Monaten ihre volle Grösse. Während des Wachstums strecken sie sich in die Länge, ihr Hinterende bleibt zugespitzt, während das etwas verbreiterte und am rechtsseitigen Rand rostrumartig zugeschnittene Vorderende sich etwas nach rechts und gegen die Bauchseite krümmt. Diese charakteristische Form bleibt bei *Opalina dimidiata* und bei *O. similis* stabil. Dagegen nehmen *O. Ranarum* und *O. obtrigona* später an Breite und zwar zunächst im vorderen Körpertheil noch beträchtlich zu, wodurch die, bei *O. obtrigona* persistirende Form eines unregelmässigen Dreiecks entsteht; *O. Ranarum* hingegen wird später auch am Hintertheil breiter. Endlich erfolgt bei *O. caudata* das Wachstum hauptsächlich in die Breite, wodurch ihre kurze, gedrungene Gestalt zu Stande kommt. Der einzige Kern theilt sich während des Wachstums in zwei, durch einen feinen Faden untereinander verbundene Kugeln. Bei *O. similis* und *O. caudata* bleibt dieser Zustand erhalten, und es theilen sich die Kerne nur während der Fortpflanzung; bei den anderen drei Arten hingegen wird das Heranwachsen des Körpers von einer fortschreitenden Theilung des Kernes begleitet, wodurch endlich die für diese Arten charakteristischen zahlreichen Kerne zu Stande kommen.

Abweichend vom Geschilderten pflegen sich manche Ciliaten zur Theilung einzukapseln. Diese Encystirung zur Fortpflanzung wurde zuerst von STEIN bei *Colpoda Cucullus* beobachtet,¹ welche ihre derbwandige Cyste in 2 bis 8 Tochterindividuen getheilt verlässt; übrigens wird dieser Ciliat auch im freien Zustand oft genug in Quertheilung angetroffen. Eine im encystirten Zustand erfolgende Theilung wurde ferner von STEIN von der Gattung *Lacrymaria*,² von CLAPARÈDE und LACHMANN von den die Vorticellinen verheerenden *Amphilepten*,³ von mir von *Holophrya*

*Gulo*¹ und *Enchelys nebulosa*,² endlich von GRUBER von *Tillina magna* beschrieben.³ Den Genannten kann ich noch *Trachelius Ovum*, *Enchelyodon factus* und *Actinobolus radians* anreihen, welche letzteren bisher blos von STEIN bei Niemeck in Preussen angetroffenen sehr interessanten Ciliaten ich im heurigen Sommer in der Umgebung von Klausenburg in grosser Anzahl beobachten konnte. Mit Ausnahme von *Colpoda* sind diese zur Fortpflanzung bestimmten Cysten bei den angeführten Ciliaten — wie dies von mir bei *Holophrya Gulo* hervorgehoben, und von GRUBER bei *Tillina* besonders betont wurde — sehr dünnwandig und von den zur längeren Ruhe dienenden dickwandigen Cysten, welche mit der Fortpflanzung in keiner directen Beziehung stehen, verschieden.

Bei den Ciliaten, welche wie z. B. *Cothurnien*, *Vaginicolen*, *Lagenophryen*, *Tintinnodeen*, *Stentor Roeselii*, *Stichotricha secunda* u. A. offene Röhren, Gehäuse, oder Hülzen bewohnen, beschränkt sich die Theilung auf den Leib der Ciliaten; die eine Theilungshälfte verlässt das mütterliche Heim und sondert sich die neue Hülse oder Röhre selbst ab. Bei den von GRUBER entdeckten sehr interessanten *Stichotricha socialis* und *Maryna socialis* werden die neuen Röhren von den beiden Theilungssprosslingen an den Oeffnungen der alten Röhre abgesondert, derselben gleichsam zugebaut, wodurch strauchartige Gebilde aus gabelig getheilten Röhren zu Stande kommen, in deren Endpartien die einzelnen Individuen sich ganz frei bewegen.⁴

Bei der Theilung der Kolonien bildenden Vorticellinen (*Zoothamnion*, *Carchesium*, *Epistylis*, *Opcularia*) wächst aus dem Basalende beider Theilungssprosslinge ein besonderer Stiel hervor, welcher mit dem alten gemeinschaftlichen in Verbindung bleibt, wodurch die häufig sehr reich gabelig verzweigten baumförmigen Kolonien zu Stande kommen.

Die Theilungssprosslinge der Ciliaten stimmen, was ihre Organisation betrifft, mit den entwickelten Formen in den meisten Fällen vollkommen überein oder werden höchstens durch Grössen- und Gestalts-

¹ Die Infusionsthier. 20.

² Der Org. I. 92.

³ Etudes. III. 163.

¹ Die Infusorienfauna der Salzseen zu Thorda und Szamosfalva. Jahrb. der XVIII. Wandersammlg. ungar. Aerzte und Naturforscher (ungarisch).

² Természetrajzi Füzetek. II. (1878) 237.

³ Neue Infusorien. ZWZ. XXXIII. (1879) 456.

⁴ Diss. cit. 443.

unterschiede von sehr untergeordneter Bedeutung gekennzeichnet. Der von den entwickelten Formen abweichenden kleinen Generation der *Opalininen* wurde bereits oben gedacht; es erübrigt hier nur noch der Theilungssprosslinge der *Vorticellinen* und *Acinetinen* zu gedenken. Bei den ersteren und den *Ophrydinen*, welche mit ihnen eine natürliche Gruppe bilden, erhalten die Theilungssprosslinge, welche die mütterlichen Stiele oder Hüllen verlassen, nahe zu ihrem hinteren Körperende einen zarten Cilienkranz, mit dessen Hilfe dieselben, mit nach vorne gerichtetem Hintertheil, eine Zeit lang frei umherschwärmen, um sich dann wieder niederzulassen und den Cilienkranz zu verlieren. Diese Cilien entwickeln sich nach STEIN bei den *Lagenophryen* auf der Bauchseite der plattgedrückten Theilungssprosslinge und bilden vorne und hinten unterbrochene Kränze.¹ Uebrigens entwickeln sich solche Cilienkränze bei den *Vorticellinen* bei jeder, aus welcher Ursache immer erfolgenden Ortsveränderung; bei den *Trichodinen* aber bleibt der Cilienkranz erhalten. Was endlich die Theilungssprosslinge der *Acinetinen* betrifft, so bekommen sie an ihrer ganzen Oberfläche Cilien, mit deren Hilfe sie in der Form holotricher Infusorien herumschwärmen, um sich an entsprechenden Orten niederzulassen und ihr Cilienkleid wieder abzuwerfen. Uebrigens können diese provisorischen Cilien, gerade so wie die hinteren Cilienkränze der *Vorticellinen*, auch bei nicht in Theilung begriffenen *Acinetinen* auftreten, sobald dieselben sich an dem Ort ihrer Anheftung aus irgend einer Ursache unbehaglich fühlen und denselben verlassen wollen. Dies wurde namentlich von R. HERTWIG² und MAUPAS³ bei *Podophrya fixa* beobachtet, welche, wie letzterer Forscher bemerkt, das Epitheton «fixa» am allerwenigsten verdient, da sie ganz nach Belieben bald herumschwärmt, bald wieder unter Verlust der Bewimperung sich ansiedelt.

Die Theilung der Infusorien ist eigentlich stets von einer Knospung begleitet, welche sich in den einfachsten Fällen, z. B. bei der rasch sich wiederholenden Theilung der *Opalininen*, bloß auf ein Verschliessen, gewissermassen ein Vernarben der Theilungsränder beschränkt, zumeist aber eine Ergänzung der in den Theilungshälften mangelnden Theile erzielt; es wird sogar in zahlreichen Fällen,

wie z. B. bei den *Oxytrichinen*, *Aspidiscinen* und *Euplotinen* auf beiden Theilungshälften das ganze Ciliensystem erneuert, und STEENSTRUP bemerkt mit Recht, dass die Theilung der Infusorien nicht als ein Zerfallen eines Organismus, sondern als eine durch innere Knospung bedingte Neubildung zweier Geschöpfe anzusehen ist, wobei das Mutter-Individuum zu Grunde geht.¹

Ausser dieser inneren Knospung, welche zu einer Ergänzung der Organisation, oder zu einer Neubildung zweier Tochterindividuen im Rahmen des mütterlichen Organismus führt, und welche im Obigen mit dem allgemein acceptirten Ausdruck als «Theilung» bezeichnet wurde, giebt es bei gewissen Ciliaten eine Fortpflanzung, bei welcher im Inneren oder an der Oberfläche des Körpers echte Knospen gebildet werden.

Bei den mit Mundöffnung versehenen Infusorien ist die eigentliche Knospenbildung seltener; unter diesen pflanzen sich ausschliesslich durch Knospenbildung nur *Spirochona gemmipara* und *Sp. Scheutenii* fort; der Verlauf dieser Knospung ist aber genauer auch nur bei der auf den Kiemen der Gammaren schmarotzenden *Sp. gemmipara* bekannt.² Die Knospen entstehen, bei jungen Individuen mit derselben Häufigkeit wie bei vollkommen ausgewachsenen, an der Seite der Spirochonen bald einzeln, bald zu zweien, in welchem letzteren Fall stets die hintere die ältere ist. Bevor der für die Spirochonen so sehr charakteristische Spiraltrichter sich entwickelt hätte, trennen sich die Knospen vom mütterlichen Leib, um sich nach kurzem Schwärmen an den Kiemenrändern der Gammaren zu fixiren. Der Kern der Sprosslinge soll sich nach STEIN ganz unabhängig vom mütterlichen Kern entwickeln, von BÜTSCHLI aber wurde nachgewiesen, dass sich der Kern des Sprosslings vom mütterlichen Kern abschnürt, ferner, dass die Kernsubstanz während der Theilung die nämliche zarte Streifung erhält wie die Kerne der sich durch Theilung fortpflanzenden Ciliaten.³

Es wurde bereits oben die Ansicht ausgesprochen, dass die von der Theilungsrichtung der übrigen mit

¹ Die Infusionsthier, 89.

² Ueber *Podophrya gemmipara*. MJ. I. (1875) 78.

³ Sur l'état mobile de *Podophrya fixa*. CR. 83. (1876) 910.

¹ Vidensk. Meddelels for 1860. 334. — Vgl. LEUCKART, Bericht. AN. 27. Jahrg. II. (1862) 365.

² STEIN, Neue Beiträge zur Kenntniss der Entwicklungsgeschichte und des feineren Baues der Infusionsthier. ZWZ. III. (1851) 489. Ferner: Die Infusionsthier, 209.

³ Ueber *Dendrocometes paradoxus* etc. ZWZ. XXVIII. (1877) 60.

Mundöffnung versehenen Ciliaten vollkommen abweichende schräge Theilung der *Lagenophryen* richtiger für Knospenbildung zu halten wäre; noch ausgesprochenener ist der Charakter der Knospung bei einer anderen Art der Fortpflanzung,¹ bei welcher sich am Hinterende der *Lagenophryen* kleine Partien abschnüren; diese Fortpflanzungsart wird auch von STEIN für Knospenbildung gehalten. Die abgeschnürten Sprösslinge verwandeln sich nicht zu hypothrichen Schwärmern, wie bei der schrägen Theilung, sondern zerfallen in zwei bis vier winzige Schwärmer, welche mit den Theilungssprösslingen der übrigen *Vorticellinen*, welche einen hinteren Cilienkranz tragen, vollkommen übereinstimmen.

Bereits im Jahre 1776 sah SPALLANZANI seitlich am unteren Körperende einer *Vorticelle* ein kleineres Individuum sitzen; sowohl er, als auch spätere Forscher, denen sich zu derselben Beobachtung Gelegenheit bot, hielten das kleine Individuum für eine Knospe, und bis zum Jahre 1867 zweifelte Niemand daran, dass sich die *Vorticellinen* neben der Längstheilung auch durch Knospenbildung fortpflanzen. Im genannten Jahre wurde im zweiten Theil (S. 137) der STEIN'schen grossen Monographie die wichtige Entdeckung mitgetheilt, dass diese knospenähnlichen kleineren Individuen (*Mikrogonidien*) keineswegs, wie es auf den ersten Blick so wahrscheinlich schien, aus den grösseren Individuen hervorsprossen, sondern sich im Gegentheil mit den grösseren Individuen, auf welche sie sich gewissermassen aufgefropft haben, conjugiren und mit denselben verschmelzen, welche durch die Untersuchungen von GREEFF,² BALBIANI,³ ENGELMANN,⁴ BÜTSCHLI⁵ und Anderen bestätigte eigenthümliche Art der Conjugation von STEIN als *knospenförmige Conjugation* bezeichnet wurde. Nachdem diese, weiter unten noch zu würdigende wichtige Entdeckung mitgetheilt und bestätigt war, wurde die durch Knospenbildung erfolgende Fortpflanzung der *Vorticellinen* gänzlich verworfen, bis ENGELMANN neuestens den Nachweis

lieferte, dass bei *Vorticella microstoma* neben der irrthümlich für Knospenbildung gehaltenen knospenförmigen Conjugation auch eine echte Knospenbildung vorkommt,¹ und zwar gleichzeitig an zahlreichen Individuen, gleichsam epidemisch, wobei sich die durch Knospung gebildeten kleineren Individuen von den am Stiel verbleibenden mütterlichen Individuen lostrennen, um andere gestielte Individuen aufzusuchen und sich auf diese knospenartig aufzupropfen. Eine besondere Wichtigkeit muss der ENGELMANN'schen Beobachtung auch darum zugeschrieben werden, weil durch dieselbe nachgewiesen wurde, dass die Kerne der Sprösslinge aus den Kernen der mütterlichen Individuen durch Abschnürung in der nämlichen Weise zu Stande kommen, wie nach BÜTSCHLI's oben erwähnten Untersuchungen die Kerne der Sprösslinge von *Spirochona gemmipara*.

Es bot sich bereits weiter oben Gelegenheit hervorzuheben, dass die Theilung bei den *Acinetinen* zu einer seltener beobachteten Art der Fortpflanzung gehört; auch die allgemein für Theilung gehaltene Fortpflanzung von *Podophrya fixa*, *Urnulla*, sowie *Sphacrophrya*, bei welchen die sich abschnürenden Sprösslinge von den fixirt verbleibenden durch kleinere Gestalt verschieden sind, kann, meines Erachtens, richtiger Knospenbildung als Theilung genannt werden. Uebrigens bildet die äussere, d. i. die von der Oberfläche ausgehende Knospenbildung nicht die regelmässige Fortpflanzungsart der *Acinetinen*. Eine solche äussere Knospenbildung ist aus den Untersuchungen von R. HERTWIG bei *Podophrya gemmipara* bekannt,² welche interessante marine Podophrye von HERTWIG bei Helgoland auf Hydroiden- und Bryozoön-Kolonien in sehr grossen Mengen angetroffen wurde. Die zungenförmigen Knospen entwickeln sich gewöhnlich zu vierten oder sechsen, auf grösseren Exemplaren zu achten und zwölfen, nur selten zu zweien oder gar einzeln an dem, dem Stiel entgegengesetzten verbreiterten Körperende der Podophrye und bilden eine kranzförmige Gruppe. Die Knospen haben eine convexe äussere, und eine muldenförmig ausgehöhlte innere, d. h. der Längsachse des Mutterindividuums zugekehrte Seite; an den Rändern dieser Vertiefung entwickeln sich zarte Streifen und auf diesen sehr

¹ STEIN, Neue Beiträge etc. ZWZ. III. (1851) 504. Ferner: Die Infusionsthier, 90.

² Untersuchungen über den Bau und die Naturgesch. der Vorticellen. AN. 37. Jahrg. (1871) 210.

³ Sur la génération sexuelle des Vorticelliens. CR. Bd. 81. (1875) 676.

⁴ Ueber Entwicklung und Fortpflanzung von Infusorien. MJ. I. (1876) 621.

⁵ Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge etc. 443.

¹ Ueber Entwicklung und Fortpflanzung von Infusorien. MJ. I. (1876) 578.

² Ueber *Podophrya gemmipara* nebst Bemerkungen zum Bau und zur systematischen Stellung der Acineten. MJ. I. (1876) 20.

feine, dicht stehende Cilien. Diese hypotrichen Sprösslinge erhalten einige pulsirende Vacuolen, erreichen eine gewisse Grösse, und werden schliesslich an ihrem Basalende aus dem mütterlichen Leib gleichsam ausgeschnitten, um sich nach einem schwerfälligen Umherschwärmen von kurzer Dauer niederzulassen und zu Podophryen zu entwickeln. Die Entstehung der Kerne der Sprösslinge, welche zur Zeit ihrer Abschnürung bereits die für *P. gemmipara* charakteristische Hufeisenform aufweisen, bildet eine wichtige Frage. CLAPARÈDE und LACHMANN¹ sowie auch STEIN² suchen das Wesen des Unterschiedes zwischen Theilung und Knospenbildung darin, dass sich bei letzterem Vorgang die Kerne der Sprösslinge ganz unabhängig von den Kernen der mütterlichen Individuen bilden. Dass dies für die Vorticellen und für Spirochona keine Giltigkeit hat, dass vielmehr bei diesen, wie bei der Knospenbildung der Zellen überhaupt, die Kerne der Sprösslinge sich von den Kernen der mütterlichen Individuen abschnüren, wurde weiter oben, gestützt auf die neueren Untersuchungen von ENGELMANN und BÜTSCHLI, bereits angeführt. Dass hiervon auch die Acinetinen keine Ausnahme bilden, wird aber durch die Untersuchungen von HERTWIG bewiesen und über jeden Zweifel erhoben. Aus den, wie soeben erwähnt, hufeisenförmigen Kernen von *P. gemmipara* wachsen zur Fortpflanzungszeit verzweigte Knospen hervor, wodurch die Kerne eine ähnliche unregelmässig verzweigte, strauch- oder geweihähnliche Form annehmen, wie sie von den Zellkernen der Sericterien, Speicheldrüsen, sowie den MALPIGHI'schen Gefässen vieler Raupen bekannt ist. Diese Kernsprossen wachsen in die Knospen der Podophrye hinein, um vom Mutterkern abgeschnürt, zu Kernen der Schwärmer zu werden. Hiermit vollkommen übereinstimmend wird von FRAIPONT die Entwicklung der zwischen ein und fünf wechselnden äusseren Sprösslinge von *Podophrya Benedeni* beschrieben, welche auch hinsichtlich der Bewimperung mit den Sprösslingen der nahe verwandten *P. gemmipara* übereinstimmen.³

Eine äussere Knospenbildung ist ferner, aus den

Untersuchungen von CLAPARÈDE und LACHMANN¹, WRIGHT², HINCKS,³ KOCH⁴ und FRAIPONT⁵ bei den übrigens, wie weiter unten noch dargelegt werden soll, auch durch endogene Knospenbildung sich fortpflanzenden Arten der Gattung *Ophryodendron* bekannt. Diese eigenthümlichen marinen Acinetinen kennen wir in zwei verschiedenen Formen, nämlich in der mit *Rüssel versehenen* (*Proboscidiens*, FRAIPONT) und in der *Flaschenform* (*Lagéniformes*, FRAIPONT). Erstere Form trägt am freien Ende ihres keulenförmig aufgetriebenen Leibes einen dicken, etwas seitlich stehenden, lang vorstreckbaren und retractilen Rüssel, welcher am Distalende mit zerstreuten oder pinselartig gruppirten kurzen Tentakeln besetzt ist, während die andere Form diesen charakteristischen Rüssel entbehrt.

Nach HINCKS vermehren sich sowohl die mit Rüssel versehenen, als auch die flaschenförmigen, nach den übrigen Forschern aber bloss die ersteren Ophryodendren durch äussere Knospenbildung. Die Knospen entwickeln sich einzeln oder paarweise an den keulenförmigen Enden der Ophryodendren und nachdem dieselben, wie bei *Podophrya gemmipara* und *P. Benedeni*, abgeschnürte Kernsprossen aufgenommen und zu einer gewissen Grösse angewachsen sind, trennen sie sich von der Mutter, um abgefallen sich sofort anzusiedeln; wenigstens wurde von keinem Forscher die Entwicklung von Cilien auf den Sprösslingen beobachtet. FRAIPONT vermuthet, dass aus den abgetrennten Sprösslingen zunächst flaschenförmige Individuen werden, welche sich später in rüsselführende umwandeln; es würden daher die flaschenförmigen Individuen Jugendformen, gleichsam Larven der rüsselführenden sein. Dagegen meint KOCH, dass sich die flaschenförmigen Individuen von ihren kurzen Stielen loslösen, dann auf die rüsselführenden Individuen sich aufpropfen, mit denselben verschmelzen, und dass die Entwicklung der weiter unten zu behandelnden inneren Schwärmsprösslinge das Ergebniss der Copulation je eines rüsselführenden und fla-

¹ Etudes. III. 145.

² Annals and Magazine of Natural History. Vol. VIII. 3-d ser. 1861. Vgl. FRAIPONT.

³ Quarterly Journ. of Microscop. Science. Vol. XIII. New ser. 1878. Vgl. FRAIPONT.

⁴ Zwei Acineten auf Plumularia setacea, Ellis, Jena. 1876. Vgl. FRAIPONT.

⁵ Recherches etc. 1. partie. Bullet. de l' Acad. roy. de Belgique. II. sér. Tome 44. (1877) 784.

¹ Etudes. III. 239 und 251.

² Die Infusionsthiere, 28. 90. 209.; ferner: Der Organismus II. 129.

³ Recherches sur les Acinétiens de la côte d'Ostende. 2. partie. Bullet. de l' Acad. roy. de Belgique. II. sér. Tome 45. (1878) 278.

schenförmigen Individuums sei. Welche Auffassung wohl der Wahrheit entspricht, dass sollen erst spätere Forschungen entscheiden.

Bei *Acineta divisa* entdeckte FRAIPONT eine höchst eigenthümliche und bei den übrigen Acinetinen bisher noch nicht beobachtete Fortpflanzungsart,¹ welche, obgleich von den bisher geschilderten Arten der äusseren Knospenbildung wesentlich abweichend, trotzdem für nichts Anderes als für eine eigene Art von Knospenbildung angesehen werden kann, vorausgesetzt natürlich, dass diese Knospen in der That jener Acinete angehören. Bei dieser Fortpflanzungsart entwickeln sich am freien Ende des Acinetenleibes zwischen den Saugfäden 1 bis 5 taschenförmige Knospen, oder nach der Benennung von FRAIPONT: *Fortpflanzungs-Divertikeln* (*diverticules générateurs*). In vollkommen entwickeltem Zustand sind diese Ausstülpungen füllhornförmig, und mit einer Zarten, am freien Ende der Divertikeln von einer ziemlich grossen, kreisförmigen, doppelt contourirten Oeffnung durchbrochenen Cuticula bedeckt. Im hellen Plasma der Divertikel ist eine pulsirende Vacuole und ein viereckiger Kern, in letzterem ein Kernkörperchen von unregelmässiger Form zu unterscheiden. Ueber die Entstehung der Divertikel giebt FRAIPONT folgende Schilderung, welche er auf die Vergleichung verschiedener Entwicklungsstufen basirt: An der Oberfläche der mütterlichen Acineten sprossen kleine, warzenartige Erhabenheiten hervor, an deren Bildung bloss das die Cuticula mit sich hervorstülpende, allmählig zu dem charakteristischen füllhornförmigen Gebilde heranwachsende Ektoplasma theilnimmt. Die Divertikel erhalten ihren Kern nicht, wie andere Knospen, aus dem mütterlichen Kern, sondern ganz unabhängig von diesem durch eine endogene Entwicklung. Ein einzigesmal sah FRAIPONT durch die Oeffnung einer solchen Ausstülpung einen mit Cilienkranz versehenen eiförmigen Schwärmer ausschlüpfen, welcher mit den weiter unten zu besprechenden inneren Schwärmsprosslungen der Acinetinen vollkommen übereinstimmte. Auf diese Beobachtung stützt FRAIPONT die Ansicht, dass diese knospenartigen Gebilde zur Fortpflanzung dienen, und nimmt an, dass der in den Divertikeln beobachtete Kern und die pulsirende Vacuole dem auf endogenem Weg entwickelten, in seinen Contouren nicht erkennbaren Schwärmer angehören. Nachdem aber

im Inneren des Divertikels, aus welchem FRAIPONT den Schwärmer auskriechen sah, ein Kern und eine Vacuole enthalten war, nimmt er als möglich an, dass in einem Divertikel mehrere Schwärmer können gebildet werden.

Wie sich aus dieser Schilderung ergibt: ist der ganze Entwicklungsgang der Divertikeln und die ganze Fortpflanzung mittelst der in den Divertikeln auf endogenem Wege gebildeten Schwärmer, von den bei den Acineten derzeit bekannten Fortpflanzungsarten so sehr verschieden, dass hinsichtlich der Bestimmung zur Fortpflanzung dieser knospenförmigen Gebilde berechnete Zweifel auftauchen können.

Es liesse sich hier an zwei Möglichkeiten denken: erstens können die Divertikel parasitischen Organismen entsprechen, oder es mögen dieselben gar nicht durch Knospenbildung zu Stande gekommen sein, sondern im Gegentheil aufgepfropften Schwärmern entsprechen, welche wie bei der lange Zeit für Knospenbildung gehaltenen knospenförmigen Conjugation der Vorticellinen, mit dem Körper der Acinete, auf welche sie sich aufgepfropft haben, verschmelzen. Von den beiden Möglichkeiten kommt die grössere Wahrscheinlichkeit, meines Erachtens, der letzteren zu. Zieht man nämlich den von allen bisher bekannten Fällen von Knospenbildung abweichenden, beinahe unglaublich erscheinenden Gang der Divertikelbildung in Betracht, insbesondere aber, dass nach FRAIPONT bloss das Ektoplasma sich an der Knospenbildung theilnimmt, und dass sich der Kern des Sprösslings vom mütterlichen Kern ganz unabhängig bilden soll; erwägt man ferner, dass die mit der Knospenbildung überhaupt nicht in Einklang zu bringenden, aber nach den genauen Untersuchungen von FRAIPONT kaum bezweifelbaren Details der einzelnen Entwicklungsphasen, sofort verständlich werden, sobald man annimmt, dass die vermeintlichen Knospen in Conjugation begriffen sind, wozu man vollkommen berechtigt ist, da FRAIPONT die einzelnen Phasen nicht in unmittelbarer Reihenfolge beobachtete, sondern bloss aus der Vergleichung mehrerer auf verschiedenen Entwicklungsstadien befindlicher Sprösslinge ableitete: so wird sich mit grösster Wahrscheinlichkeit ergeben, dass die ungewöhnliche Fortpflanzungsart eigentlich gar nicht einer Fortpflanzung, sondern einer knospenförmigen Conjugation entspricht. Der von FRAIPONT ein einzigesmal beim Ausschlüpfen aus einem Divertikel beobachtete kleine Schwärmer dürfte kaum als Argument gegen diese An-

¹ Recherches etc. 805.

schauung angeführt werden, da FRAIPONT die Entwicklung dieses kleinen Schwärmer im Divertikel unmittelbar nicht beobachtet hat, sondern diese bloß annimmt. Andererseits scheint es sehr wahrscheinlich, dass FRAIPONT gerade einen Schwärmer zu Gesicht bekam, welcher sich zum Aufpfropfen anschickte und nach der geeigneten Stelle suchte. Ob diese Deutung der FRAIPONT'schen Beobachtung auch der Wahrheit entspricht, das dürften weitere Untersuchungen entscheiden.

Einigermassen an die FRAIPONT'sche Schilderung erinnert eine von STEIN bei *Acineta mystacina* beobachtete ¹ Fortpflanzungsart von nicht minder zweifelhafter Natur, welche gleichfalls für eine äussere Knospenbildung zu halten wäre. STEIN beobachtete nämlich zwischen den Bündeln von Saugfäden der genannten Acinete bis fünf Schläuche mit gallertigen Wandungen, welche mit der Cuticula der Acinete selbst in Verbindung, gleichsam taschenförmige Ausstülpungen der letzteren bildeten. In jedem Schlauch befand sich je ein Schwärmer, von welchen STEIN voraussetzt, dass dieselben sich im Inneren der Acinete gebildet und beim Vordringen an die Oberfläche die Cuticula der Acinete taschenförmig herausgestülpt haben. Ob die Schwärmer enthaltenden knospenartigen Gebilde thatsächlich in der von STEIN vorausgesetzten Weise sich entwickelten, und was später aus den Schwärmern wird, das lässt sich einstweilen nicht entscheiden, da weder STEIN in seinen späteren Arbeiten, noch auch andere Forscher, die sich mit der *Acineta mystacina* beschäftigt haben, der knospenartigen Gebilde fernere Erwähnung thun.

Endlich ist die Knospenbildung unter den Acinetinen auch noch bei *Dendrosoma radians* ² und *D. Astaci* ³ bekannt, bei welchen aber die Sprösslinge mit dem mütterlichen Körper verbunden bleiben und zur Bildung baumartig verzweigter Kolonien führen. Diese Auffassung vom Körper des Dendrosoma findet sich bei EHRENBURG, ferner bei CLAPARÈDE und LACHMANN, während STEIN die Individualität der einzelnen Sprösslinge in Abrede stellt

und das ganze Dendrosoma-Bäumchen als ein einziges mehr-weniger verzweigtes Individuum betrachtet. Wie immer man aber auch den Werth der Dendrosoma-Bäumchen beurtheilen möge, soviel ist gewiss, dass sich die einzelnen Zweige, welche die Saugfäden tragen, durch Knospung entwickeln.

Die Fortpflanzung der Acinetinen durch endogene Schwärmsprösslinge.

Die Fortpflanzung der Acinetinen erfolgt gewöhnlich, man könnte sagen in der Regel durch *Schwärmsprösslinge* (STEIN) oder endogene *Embryonen* (CLAPARÈDE und LACHMANN), deren Entdeckung ohne Zweifel eines der wichtigsten Ergebnisse der Untersuchungen von STEIN bildet. Diese Entdeckung machte STEIN an *Podophrya Cyclopum* und *Acineta Lemnorum* bereits im Jahre 1848, und veröffentlichte sie zum Theil schon im folgenden Jahre, ¹ zum Theil aber erst nach sechs Jahren in seiner ersten grossen Arbeit über die Acineten-Theorie. ² Durch neuere Untersuchungen, sowohl von STEIN als von anderen Forschern, wurde diese Lehre von der Fortpflanzung der Acinetinen durch innere Schwärmsprösslinge nur bestätigt.

Diese Schwärmsprösslinge oder Embryonen entstehen im Inneren des Acineten-Leibes stets neben dem Kern und gelangen, nach Erlangung der weiter unten zu erörternden Organisation, durch besondere Geburtsöffnungen ins Freie, wobei am Leib der Mutter-Acetine meistens Contractionen, gleichsam Geburts-Anstrengungen zu beobachten sind. Die Geburtsöffnung befindet sich in der Regel an dem dem Stiel gegenüber liegenden Pol und ist zur Zeit, als sich in den Acinetinen keine Schwärmsprösslinge befinden entweder gänzlich verschlossen und un wahrnehmbar oder, wie bei *Acineta foetida*, wo dieselbe auch den Ausführungsgang der pulsirenden Vacuole aufnimmt, bloß verengert und durch eigene Lippen auf dieselbe Weise verschlossen, wie der contrahierte Vorticellenleib durch den Glockensaum. Bei *Podophrya quadripartita* pflegen sich nach BÜTSCHLI die Ränder dieser als trichterförmige Vertiefung imponirenden Geburtsöffnung zu Beginn des Geburtsactes zuzuspitzen, so dass man — wie BÜTSCHLI sagt —

¹ Die Infus. 69.

² EHRENBURG, Monatsber. d. Berl. Akad. (1837) 152. Vgl. STEIN, Der Org. I. 93. — Ferner: EHRENBURG, Ueber die seit 27 Jahren noch wohl erhaltenen Organisations-Präparate des mikroskopischen Lebens. Abhandl. d. königl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin aus d. J. 1862. 72. — CLAPARÈDE et LACHMANN, Etudes. III. 140.

³ STEIN, Der Org. I. 93.

¹ Untersuchungen über die Entwicklung der Infusorien. AN. 15. Jahrg. I. (1848) 134.

² Die Infusionsthiere. 53.

in Versuchung kommt das Ganze für eine Mundöffnung zu halten.¹ Nach demselben Forscher führt bei *Dendrocometes paradoxus* von der Geburtsöffnung eine S-förmig gebogene schlundartige Röhre in das Leibesinnere, wo dieselbe in einer Erweiterung, der *Knospenhöhle*² endigt. Nach meinen Untersuchungen führt auch bei *Acineta foetida* die Geburtsöffnung in einen häutigen Gang, welcher sich nach Innen kolbenförmig erweitert. Nach erfolgtem Ausschwärmen wird diese Knospenhöhle, welche lebhaft an die ihre Wirthszellen durchbrechenden Chytridien-Schläuche, ferner an die kolbenförmigen Schläuche der sogenannten acinetenförmigen Ciliatenembryonen erinnert, wie eine leere Blase runzelig, scheint aber infolge der Contraction des Plasmas nach dem Ausschwärmen wieder vollkommen zu verschwinden. Bei *Podophrya cothurnata* hingegen ist die Geburtsöffnung ein ansehnlicher Schlitz, welcher sich an der Seite des mütterlichen Individuums in transversaler Richtung öffnet.³

Hinsichtlich der Entwicklung der Schwärmsprösslinge bei den Acinetinen herrschen zwei entgegengesetzte und eine vermittelnde Ansicht. Nach CLAPARÈDE und LACHMANN,⁴ sowie nach LIEBERKÜHN⁵ sollen sich diese Schwärmsprösslinge gänzlich aus abgeschnürten Kerntheilen der Mutter-Acinetinen bilden, während sich nach ENGELMANN,⁶ R. HERTWIG,⁷ BÜTSCHLI⁸ und FRAIPONT⁹ aus den Kernen der Mutteracinetinen nur die Kerne der Schwärmsprösslinge, die übrigen Körpertheile hingegen aus jenem Theil des Protoplasmas bilden, welcher sich an der Oberfläche der Kernsprösslinge aus dem mütterlichen

Körper gleichsam herausschneidet; nach STEIN¹ endlich sollen sich die Schwärmer entweder aus Knospen, welche sich um die zapfenförmigen Kernfortsätze bilden — somit aus dem mütterlichen Kern und Protoplasma — oder aber bloß aus abgeschnürten Kernpartien entwickeln.

Die eingehendsten Studien über die Entwicklung der Acineten-Schwärmer wurden ohne Zweifel von R. HERTWIG, BÜTSCHLI und von FRAIPONT angestellt, welche, wie erwähnt, zur Bestätigung der ENGELMANN'schen Auffassung führten. Aus den Studien BÜTSCHLI's über *Podophrya quadripartita* und *Dendrocometes paradoxus* wurde auch noch das wichtige Detail bekannt, dass an den Kernen der in Fortpflanzung begriffenen Acinetinen die nämliche zarte Streifung auftritt, wie an den Kernen der übrigen Ciliaten oder an den sich zur Theilung oder Knospenbildung anschickenden Zellkernen.*

Ich selbst habe mich, auf Grund älterer Untersuchungen, bei Besprechung der in Salzwässern lebenden *Acineta foetida* entschieden zur CLAPARÈDE-LACHMANN'schen Ansicht bekannt;² durch neuere Untersuchungen, bei welchen ich mich, HERTWIG und FRAIPONT folgend, zum Studium der Entwicklung der Schwärmer Tinctionsmittel bediente, konnte ich mich aber von der Irrthümlichkeit der eigenen, sowie der Richtigkeit der von ENGELMANN, R. HERTWIG, BÜTSCHLI und FRAIPONT vertretenen Ansicht vollkommen überzeugen, und ich kann nur bestätigen, dass in den Schwärmsprösslingen in der That bloß die Kerne aus den Kernen der mütterlichen Acineten herkommen, während der Körper selbst, welcher auf einem frühen Entwicklungsstadium der Schwärmer häufig nur eine ganz dünne Schichte um die verhältnissmässig grossen Kernsprösslinge bildet, durch das mütterliche Plasma geliefert wird. Demgemäss steht — wie R. HERTWIG und BÜTSCHLI ausgeführt haben — die Entwicklung der Schwärmsprösslinge der Acinetinen zu anderen bekannten Fortpflanzungsarten der Zellen thatsächlich nicht im Gegensatz; dieselbe kann ihrem Wesen nach lediglich als eine, nicht an der äusseren Oberfläche, son-

¹ Ueber *Podophrya* etc. JZ. X. Neue Folge III. (1876) 294.

² Ueber *Dendrocometes* etc. ZWZ. XXVIII. (1877) 55.

³ STEIN, Die Infus. 73. — CLAP. u. LACHM., Etudes. III. 126.

⁴ Etudes. III. 108.

⁵ Ueber Protozoën. Aus einem Sendschreiben an C. Th. von SIEBOLD. ZWZ. VIII. (1856) 307.

⁶ Zur Naturgeschichte der Infusionsthier. ZWZ. XI. (1861) 376.

⁷ Ueber *Podophrya gemmipara* etc. MJ. I. (1875) 58.

⁸ Ueber die Entstehung des Schwärmsprösslings der *Podophrya quadripartita* CLAP. et LACHM. JZ. X. Neue Folge III. (1876) 287. — Ferner: Ueber *Dendrocometes paradoxus*, STEIN etc. ZWZ. XXXVIII. (1877) 49.

⁹ Recherches sur les Acinetiniens de la côte d'Ostende. Bullet. de l'Acad. roy. de Belgique 2. série. Tome 44—45. (1877—78) 247. und 475.

¹ Die Infusionsthier, 164 und 217. Ferner: Der Organismus. II. 139.

* Uebrigens wurde die zarte longitudinal Streifung oder wellenförmige Runzelung des Kernes von *Dendrocometes* während der Fortpflanzung bereits von STEIN erwähnt. — Die Infus. 214.

² Természetrajzi füz. Bd. II. (1878) 252.

dem im Inneren der Zelle vor sich gehende Knospenbildung angesehen werden, an welcher sich, wie bei anderen Fortpflanzungsarten der Zelle, Kern und Protoplasma gleichzeitig betheiligen. Zieht man nach alldem in Betracht, dass die Theilung — diese allgemeinste und gewiss auch die ursprüngliche Fortpflanzungsart der Zelle — mit der Knospenbildung durch eine ganze Reihe von Uebergängen verbunden ist, und dass sich die inneren Schwärmsprösslinge der Acinetinen eigentlich auch nur durch Knospenbildung, d. h. modificirte Theilung entwickeln, — welche innere Knospenbildung nur als eine Modification jener äusseren, welche an der Oberfläche gewisser Protisten, z. B. der *Podophrya gemmipara* stattfindet, angesehen werden kann: so muss der R. HERTWIG'sche Ausspruch, dass auch die Fortpflanzung der Acinetinen ganz nach den Principien der Zelltheilung verlaufe,¹ als vollkommen begründet angenommen werden.

Die Entwicklung der Schwärmsprösslinge der Acinetinen zeigt nicht die geringste Abhängigkeit von Grösse und Reife der Mutterindividuen; in kleinen Individuen werden Schwärmsprösslinge eben so häufig angetroffen, wie in grossen. Hat die Entwicklung der Schwärmsprösslinge einmal begonnen, so wiederholt sich dieselbe in der Regel rasch nach einander, wodurch der mütterliche Körper vollkommen erschöpft und durch den letzten Schwärmer beinahe gänzlich verbraucht wird; in diesem Falle, sowie bei sehr grossen Schwärmern erscheint die Schwärmerbildung gleichsam als Häutung; dies wurde von STEIN bei *Acineta Astaci*,² von BÜTSCHLI aber bei *Dendrocometes*³ beobachtet.

Die Schwärmsprösslinge entwickeln sich zumeist einzeln und schwärmen nach erlangter voller Reife auch einzeln aus der Mutterzelle aus. Dem gegenüber enthalten manche Acinetinen gleichzeitig mehrere Schwärmer; so haben CLAPARÈDE und LACHMANN bei *Podophrya Troid* 2, bei *P. Lyngbyi* 5 und bei *P. Pyrium* 4 bis 8 Schwärmsprösslinge beobachtet.⁴ Bei *Podophrya quadripartita* entwickelt sich meist ein einziger relativ grosser Schwärmsprössling, doch haben CLAPARÈDE und LACHMANN in der nämlichen Acinetine auch sehr viele, 16 bis 24 sehr kleine Embryo-

nen beobachtet.¹ Bei dem bizarr geformten *Ophryodendron abietinum* thun CLAPARÈDE und LACHMANN ebenfalls zweier Grössen von Schwärmsprösslingen Erwähnung, die grossen Schwärmer werden zu Zweien gebildet, während von den kleinen Schwärmern 16 bis 20 und zuweilen noch mehr auftreten.² Ob sich die in grösserer Anzahl vorhandenen Embryonen sämtlich einzeln entwickeln, oder ob sie sich durch Theilung oder Knospung aus einem zuerst angelegten Schwärmer vermehren, kann auf Grund der bisherigen Beobachtungen kaum mit Sicherheit entschieden werden; nach der von CLAPARÈDE und LACHMANN gelieferten Schilderung scheint letzteres wahrscheinlicher, da nach den genannten Forschern die einzelnen Schwärmergruppen häufig von besonderen, dünnwandigen Schläuchen umhüllt sind.

In Bezug auf Gestalt und Bewimperung sind die Schwärmsprösslinge der Acinetinen unter einander, und natürlich auch von den entwickelten Acinetinen sehr verschieden. Der eine mehr-weniger starke Schicht bildende Protoplasmaleib ist entweder fein granulirt und hell, oder wie bei den entwickelten Acinetinen wegen der groben Körnchen und Brocken dunkel. Der Kern ist — auch bei jenen Acinetinen, welche in entwickeltem Zustand lang gestreckte, hufeisenförmige oder verzweigte Kerne haben — meist kugelförmig. Die pulsirenden Vacuolen sind bei den mit einer oder weniger Vacuolen versehenen Acinetinen in einer mit den entwickelten Formen übereinstimmenden Anzahl vorhanden; bei jenen hingegen, welche zahlreiche Vacuolen haben (z. B. *Podophrya cothurnata*, *P. Steinii*, *Acineta linguifera*) enthalten die Schwärmsprösslinge stets weniger Vacuolen.

Der Form nach sind die Schwärmsprösslinge bei den meisten Acinetinen oval und in der vorderen Körperhälfte, in wechselnder Entfernung vom vorderen Pol, mit einem oder 2 bis 4 Wimperkränzen versehen. Solche Schwärmer sehen den von ihren Stielen losgelösten und mittelst der provisorischen Cilienkränze schwärmenden Vorticellinen, insbesondere aber den zur knospenförmigen Conjugation bestimmten, kleinen Vorticellinen-Schwärmern, welche weiter unten noch des Näheren besprochen werden sollen, zum Verwechseln ähnlich; dieselben, besonders die mit einem einzigen Cilienkranz, erinnern ferner auch

¹ Diss. cit. 70.

² Der Org. I. 105.

³ Ueber Dendrocometes etc. ZWZ. XXVIII. (1877) 58.

⁴ Etudes. III. 108.

¹ Etudes. III. 116.

² Etudes. III. 146.

noch überraschend an die Schwärmsporen der Oedogonien.

Diese peritrichen ovalen Schwärmsprösslinge — wie erwähnt, die häufigsten — sind meines Erachtens für die Schwärmsprösslinge der Acinetinen als typisch anzusehen und die von ihnen in Bezug auf Gestalt und Bewimperung scheinbar gänzlich abweichenden Schwärmsprösslinge können auf sie ohne Zwang zurückgeführt werden.

Behufs leichterer Orientirung wollen wir an den peritrichen ovalen Schwärmern drei Achsen unterscheiden: eine in der Medianlinie verlaufende, den vorderen und hinteren Pol des Schwärmers verbindende Hauptachse und — mit Rücksicht auf das weiter unten Folgende — zwei Nebenachsen, welche sowohl die Hauptachse, als auch sich gegenseitig im Mittelpunkt unter rechtem Winkel kreuzen. Es ist klar, dass bei diesen ovalen peritrichen Schwärmsprösslingen, welche unter HAECKEL'S *Protaxonia diplopola*¹ einzutheilen sind, die Hauptachse der Längsachse des Schwärmers, die gleiche Pole verbindenden Nebenachsen aber den Querachsen des Schwärmers entsprechen.

Dies vorausgeschickt, lassen sich nun die Schwärmsprösslinge der Acinetinen, nach ihrer Bewimperung, auf folgende Weise eintheilen:

a) *Peritriche Schwärmer*. Nachdem dieser von uns als typisch angesehene und häufigste Schwärmer bereits im Obigen beschrieben wurde, will ich hier nur noch das Eine erwähnen, dass seine Form, je nach dem Längenverhältniss der Hauptachse zu den Nebenachsen, bald oval, bald mehr cylindrisch, ferner dass die Körperzone, welche den einzigen oder auch mehrere Cilienkränze trägt, häufig eingeschnürt ist, wodurch biscuitförmige Contouren zu Stande kommen. Unter diesen peritrichen Schwärmern werden jedenfalls die mit einem einzigen Ciliengürtel versehenen, als die einfachsten, den Ausgangspunkt bilden.

b) *Hypotriche Schwärmer*. Diese sind von den für typisch gehaltenen peritrichen Schwärmern hauptsächlich dadurch verschieden, dass die der Hauptachse der Peritrichen entsprechende und bei letzteren stets mit der Längsachse zusammenfallende Achse kürzer ist, als die beiden Nebenachsen; ferner dass der vor dem einen oder den mehreren Cilienkränzen gelegene Pol abgeflacht oder gar muldenförmig ausgehöhlt ist. Infolge dieser Verhältnisse hat

sich an dem Körper des Schwärmers eine convexe Rückenseite und eine flache oder gar concave Bauchseite differenzirt, welche letztere von einer ein- oder mehrfachen Wimperzone umsäumt ist. Hierzu gesellt sich meistens auch noch eine Streckung des Körpers in der Richtung der einen Nebenachse, wodurch diese zur Längsachse, die andere zur Seitenachse, die ursprüngliche Hauptachse aber zur Dorsoventral-Achse wird. Die peritrichen und hypotrichen Schwärmer verhalten sich demnach zu einander etwa wie die Holothurien zu den Clypeastern. Eine hypotriche Bewimperung haben z. B. die mützenförmigen Schwärmer der *Podophrya Carchesii* welche lebhaft an die *Trichodinen* erinnern;¹ ferner die elliptischen oder ovalen, vorne abgestutzten Schwärmer von *Dendrocometes paradoxus*;² dann die stark abgeflachten linsenförmigen Schwärmer von *Trichophrya Epistylidis*,³ *Acineta digitata* und *Dendrosoma Astaci*;⁴ desgleichen sowohl die grossen als die kleinen Schwärmer des *Ophryodendron abietinum*;⁵ endlich sind die zungenförmigen äusseren Schwärmsprösslinge von *Podophrya gemmipara* ebenfalls hypotrich, und besonders durch die muldenförmige Vertiefung der Bauchseite ausgezeichnet.

c) *Holotriche Schwärmer*. Die hierher gehörigen Acinetinen-Schwärmer sind von den peritrichen Schwärmern in den allereinfachsten Fällen bloss dadurch verschieden, dass sich ihre Bewimperung auf den ganzen Körper erstreckt. Solche Schwärmer habe ich bei *Acineta foetida* beobachtet.⁶ Die Entwicklung dieser vollständigen Bewimperung lässt sich auf zweierlei Weise erklären: entweder haben die ursprünglich peritrichen Schwärmer durch bedeutende Vermehrung ihrer Wimperkränze eine holotriche Bewimperung erhalten; oder es hat sich die holotriche Bewimperung ganz unabhängig von den Cilienkränzen entwickelt. Beide Möglichkeiten lassen sich durch Beobachtungen unterstützen. Für die erste Möglichkeit, nämlich für die Bedeutung der holotrichen Bewimperung als einfache Modification, Potenzirung oder höhere Entwicklung des ursprünglichen peritrichen Zustandes kann ich die Beobach-

¹ CLAP. u. LACHM. Etudes. III. 114.

² STEIN, Die Infus. 214. — BÜTSCHLI, Ueber Dendrocometes etc. ZWZ. XXVIII. (1877) 58.

³ BÜTSCHLI, op. cit. 308.

⁴ STEIN, Der Org. I. 105.

⁵ CLAP. u. LACHM., Et. III. 146.

⁶ Természetrajzi füz. II. (1878) 255.

¹ Vgl. Generelle Morphologie I. 426.

tung anführen, dass ich bei *Podophrya quadripartita* oft ganze Generationen von Schwärmern mit so sehr vermehrten Cilienkränzen sah, dass ihr Körper bloß am Vorder- und Hinterende wimperlos blieb; diese unbewimperten Partien waren aber zuweilen so klein, dass die Schwärmer beinahe holotrich erschienen.¹ Die andere Möglichkeit, nämlich die von der Peritrichen gänzlich unabhängige Entwicklung der holotrichen Bewimperung wird durch eine Beobachtung BÜTSCHLI's ebenfalls an *Podophrya quadripartita* gestützt. Nach BÜTSCHLI tragen nämlich die mit vier Cilienkränzen versehenen Schwärmer von *P. quadripartita* auch auf einem kleinen Fleck ihres hinteren Körperendes zarte Cilien.² Auf Grund dieser Beobachtung scheint es wahrscheinlich, dass die holotriche Bewimperung aus jenen von den Wimperkränzen unabhängigen feinen Cilien ausgeht, welche die peritrichen Schwärmer von *Podophrya quadripartita* an ihrem hinteren Körperende tragen, und von welchen aus eine die ganze Körperoberfläche überwuchernde Bewimperung ihren Ausgang nehmen konnte.

Wie immer aber auch die holotriche Bewimperung sich entwickelt haben mochte, so viel scheint gewiss, dass den Ausgangspunkt auch für die holotrichen Schwärmer die peritrichen bilden, auf welche sie ebenso zurückgeführt werden können, wie die hypotrichen Schwärmer. Die holotrichen Schwärmer sind nur selten oval oder cylindrisch, sondern — den hypotrichen Schwärmern gleich — gewöhnlich abgeflacht und in der Richtung der einen Körperachse gestreckt. Holotriche Schwärmer besitzen ausser der bereits erwähnten *Acineta foetida* noch *Podophrya cothurnata*,³ *Podophrya Steinii*,⁵ *Acineta lingulata*,⁵ *Acineta solaris*⁶ und wahrscheinlich auch *Podophrya Lichtensteinii*. Ferner sind, wie bereits oben erwähnt, auch die Theilungssprosslinge der durch Theilung sich fortpflanzenden *Acinetinen* holotrich; endlich entwickelt sich eine holotriche Bewimperung, wie gleichfalls bereits er-

wähnt wurde, auch bei *Podophrya fixa*, wenn sie sich anschiekt ihren Ort zu wechseln.

Als Modification der holotrichen Bewimperung ist jenes, von STEIN an den grossen, ovalen Schwärmern von *Acineta Astaci* beobachtete dichte Cilienkleid zu betrachten, welches auf der convexen Rückenseite bloß das vordere Viertel, auf der flachen Bauchseite hingegen die vorderen zwei Drittel bedeckt.¹

An den Schwärmsprosslingen der *Acinetinen* muss noch einer eigenthümlichen, und für diese im entwickelten Zustand gänzlich mundlosen Infusorien auf den ersten Blick geradezu überraschenden Differenzirung, nämlich der für *Mund* und *Schlund* zu haltenden Theile gedacht werden. Es wurde diese Differenzirung zuerst von STEIN bei den Schwärmsprosslingen von *Dendrocometes paradoxus* erwähnt, bei welchen vom vorderen Körperende ein knieförmig gebogener Spalt ausgeht, welcher am linken Körperrand verläuft, bis zur Mitte des Körpers oder noch über diese hinaus verfolgt werden kann, und wie STEIN sagt, mit dem später sich zum Schlund entwickelnden bewimperten Spalt der Sprosslinge von *Spirochona gemmipara* gänzlich übereinstimmt, jedoch unbewimpert ist und, nach STEIN, auch keine Oeffnung erkennen lässt.² Auch CLAPAREDE und LACHMANN erwähnen bei der Beschreibung der *Podophrya Trolli* eines eigenthümlichen Kanals, einer schlundartigen Einstülpung an den Schwärmern dieser *Acinetine*.³ Von den acinetenförmigen Embryonen der *Bursaria truncatella* berichtet EBERHARD, dass dieselben, aus der *Bursaria* frei geworden, wie die *Acineten*, Tentakeln hervorstrecken, aber dieselben wieder einziehen, worauf sich ihre ganze Körperoberfläche mit Cilien bedeckt; hierauf nimmt der Körper die Form eines platt gedrückten Weizenkornes an, welchem auch die am Weizenkorn vorhandene longitudinale Furche nicht abgeht, und am vorderen Ende dieser Furche öffnet sich der Mund.⁴ Auf der Bauchseite der Schwärmer von *Podophrya gemmipara* befindet sich nach R. HERTWIG eine fein bewimperte röhrlige Einstülpung, welche vom zugespitzten Basalende des noch angewachsenen, das heisst vom vorderen Körperpol des freigewordenen

¹ Diss. cit., loc. cit.

² Diss. cit. JZ. X. Neue Folge III. (1876) 298.

³ STEIN, Die Infus. Die diademartige *Acinete* 73. — CLAP. u. LACHM. Etudes. III. 126.

⁴ STEIN, Die Infus. Acinetenzustand der Opercularia articulata. 120.

⁵ STEIN, Die Infus. Acinete mit dem zungenförmigen Fortsatze. 106.

⁶ STEIN, Der Org. I. 105.

¹ STEIN, Die Infus. Acinetenzustand der Opercularia Lichtensteinii. 227.

² Die Infus. 214.

³ Etudes. III. 129.

⁴ Beiträge zur Lehre von der geschlechtlichen Fortpflanzung der Infusorien. ZWZ. XVIII. (1868) 120.

Sprösslings ausgehend, der convexen Rückenseite zutreibt und in einem unbewimperten, spindelförmigen, vacuolenartigen Gebilde blind endigt.¹ Aus dieser Schilderung ist ersichtlich, dass dieses schlundartige Organ der Schwärmer von *Podophrya gemmipara* mit dem sich in eine Vacuole öffnenden Schlund gewisser Ciliaten, z. B. der *Paramecien* sehr übereinstimmend gebaut und von diesem eigentlich nur durch das blinde Ende verschieden ist.

Von STEIN wird ferner erwähnt, dass die Schwärmer vieler Acinetinen an gewissen Stellen des Körpers mit einer kleinen, runden, mundförmigen Saugscheibe versehen sind, welche häufig auf einer kurzen, zapfenförmigen Erhebung sitzt und den Schwärmern zur Fixierung dient, wenn sich dieselben nach beendigter Schwärmperiode zu Acineten umwandeln. Bei den Schwärmsprösslingen von *Acineta solaris* und *A. foetida* liegt dieses Saugscheibchen nahe zum vorderen Körperende, bei *Acineta Astaci* ziemlich in der Mitte der Bauchseite, ähnliche nabelartige Saugscheibchen finden sich bei den holotrichen Schwärmsprösslingen von *Podophrya fixa* und *Acineta mystacina*.² Bei der Beschreibung der *Acineta foetida* wurde auch von mir dieses Organes gedacht, mittelst welchem sich die holotrichen Schwärmer, wenn sie während ihres wilden Umherschliessens auf Momente ausruhen, auf fremden Gegenständen, gleichwie mittelst wirklicher Saugscheiben fixieren können, und aus welchem nach Ablauf der Schwärmperiode der Stiel hervorwächst.³ Ferner wurde von mir auch darauf hingewiesen, wie sehr diese Haftscheibchen an die aufgeworfenen ringförmigen Lippen der in die Familie der Enchelinen gehörigen Infusorien erinnern. Mit ähnlichen Saugscheiben sind auch jene, offenbar in den Kreis der Acinetinen gehörigen, Holophryen ähnlichen Infusorien versehen, welche STEIN in *Bursaria truncatella* sehr zahlreich sich entwickeln sah und als Embryonen dieser Infusorien beschrieb.⁴

Es unterliegt, meiner Auffassung nach, kaum einem Zweifel, dass die im Obigen erörterten schlundähnlichen Organe der Acinetenschwärmer mit dem hornförmig gebogenen, röhrligen Schlund gewisser mit Mund versehener Infusorien (z. B. der

Vorticellinen und *Paramecien*), — die eben geschilderten Saugscheibchen aber mit den Lippen der in die Familie der Enchelinen gehörigen Infusorien homologe Gebilde darstellen, und HERTWIG war gewiss berechtigt darauf hinzuweisen, dass der bei den Schwärmern gewisser Acinetinen beobachtete Mund und Schlund in Verbindung mit der verschiedenen Bewimperung — da bei den Acinetinen, mit Ausnahme der Heterotrichen, die Bewimperung sämtlicher übrigen Infusoriengruppen vertreten ist — wichtige Grundlagen für den Nachweis der Genealogie, der phylogenetischen oder — was ich meinerseits durchaus nicht für unmöglich halte — der ontogenetischen Zusammengehörigkeit der Acinetinen mit den übrigen Ciliaten darbietet.¹

Beim gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse ist das noch nicht möglich und darum beschränke ich mich an dieser Stelle, die gedachten Verhältnisse einfach berührt zu haben und will hier nur noch erwähnen, dass das schlundartige Organ und das mundähnliche Saugscheibchen der Acinetenschwärmer keineswegs für rudimentäre Organe zu halten sind, denn sie persistieren auch nach beendigter Schwärmperiode und sind berufen wichtige Aufgaben zu erfüllen. Hinsichtlich der Saugscheibchen kann ich, gestützt auf meine Untersuchungen über *Acineta foetida*, die Richtigkeit der STEIN'schen Behauptung² entschieden bestätigen: nach beendigter Schwärmperiode heften sich die Schwärmer tatsächlich mittelst derselben an und nachdem sie fixiert sind, wächst aus dem Scheibchen der Stiel hervor.³ Das schlundartige Organ hingegen ist nichts weiter, als der bereits oben erwähnte Geburtsanal der entwickelten Acinetinen, welcher bei den Individuen, welche keine Schwärmsprösslinge enthalten, meist ganz verschlossen ist und darum nicht wahrgenommen werden kann. Ein Blick auf die von STEIN vom Schwärmsprössling des *Dendrocometes paradoxus*,⁴ ferner auf die von BÜTSCHLI von der entwickelten Form der nämlichen Acinetine gelieferte Abbildung⁵ genügt um sich von der Richtigkeit dieser Ansicht, d. i. von der Identität des Schlundes der Schwärmer mit dem Geburtskanal des entwickelten

¹ Diss. cit. 44.

² Der Org. I. 105.

³ Természetrajzi füz. II. (1878) 255.

⁴ Der Org. II. 306.

¹ Ueber *Podophrya gemmipara*, 72.

² Der Org. I. 105.

³ Természetrajzi füz. II. (1878) 255.

⁴ Die Infus. Taf. V. Fig. 10, 11, 13, 17.

⁵ ZWZ. XXVIII. (1877) Taf. VI. Fig. 5.

Dendrocometes zu überzeugen. Ein weiterer Schritt führt uns zu dem Ergebniss, dass die vorliegenden Beobachtungen auch über die Entwicklungsart dieses schlundartigen Ganges eine befriedigende und überzeugende Aufklärung geben. Diesbezüglich muss ich wieder auf die von BÜTSCHLI von der Entwicklung der Schwärmsprösslinge des *Dendrocometes* gelieferten Abbildungen¹ verweisen, auf welchen deutlich zu sehen ist, dass auf der Stelle, wo sich später das schlundartige Organ anlegt, während der Entwicklung des Schwärmers jener strangartig ausgezogene Theil des Kernes verläuft, welcher den mütterlichen Kern mit dem des Schwärmers eine Zeit lang noch verbindet, woraus sich, meines Erachtens, von selbst ergibt, dass das schlundartige Organ des Schwärmers und der Geburtsanal des entwickelten Dendrocometes nichts anderes sein kann als jener Weg, auf welchem der Kern in den Schwärmer hineinsprossete. Bei dieser Auffassung von der Entwicklung des schlundartigen Organes der Acinetenschwärmer wird man in dem, auf eine andere Weise ganz unerklärlichen Umstand, dass das schlundartige Organ auch bei den Schwärmern der mit einem Geburtsanal nicht versehenen und sich durch äussere Knospenbildung fortpflanzenden *Podophrya gemmipara* auftritt, nichts Absonderliches erblicken, da die Knospen auch bei Dieser ihre Kerne durch Sprossbildung aus dem Mutterkern erhalten; und in der That verläuft das von HERTWIG beschriebene schlundartige Organ auch hier ganz dem Weg entsprechend, auf welchem der Kern in den Sprössling eindrang. Dass sich in dieser Podophrye endogene Schwärmsprösslinge nicht entwickeln, ist auch leicht erklärlich, wenn man bedenkt, dass sich diese Schwärmer nach den Untersuchungen von HERTWIG mit dem *Mundende* anheften, wodurch der Schlund bei der Entwicklung des Stieles unterdrückt wird. Was endlich den lippenförmigen Wulst oder das Saugscheibchen der Schwärmsprösslinge der Acinetinen betrifft, glaube ich kaum zu irren, wenn ich behaupte, dass dieser kleine warzenförmige Vorsprung jenem Stiel entspricht, mittelst welchem der Sprössling mit dem Mutterleib bis zur vollständigen Trennung zusammenhing, also gleichsam einen Knospungsabel repräsentirt.

Ob diese so überaus wahrscheinlichen Deutungen der Wahrheit auch thatsächlich entsprechen,

werden erst hierauf gerichtete Specialuntersuchungen entscheiden.

Wie oben bereits erwähnt wurde, lassen sich bei mehreren Acinetinen (*Podophrya quadripartita*, *Ophryodendron abietinum*) grosse und kleine Schwärmer unterscheiden. Gestützt auf die Kenntnisse von den kleinen Schwärmern oder Microgonidien der Flagellaten und der mit Mundöffnung versehenen, weiter unten noch ausführlich zu behandelnden Ciliaten, ist es sehr wahrscheinlich, dass sich auch diese kleinen Schwärmsprösslinge nicht unmittelbar zu Acinetinen entwickeln, sondern dass dieselben möglicherweise zur Conjugation bestimmt sind. Beim heutigen Stand unserer Kenntnisse ist dies aber bloss eine auf Analogieen gestützte, des Beweises noch bedürftige Vermuthung; man könnte sich höchstens auf die von FRAIPONT bei *Acineta divisa* beobachtete und im Obigen geschilderte und analysirte Fortpflanzung durch s. g. Divertikel berufen, welche, wie ich bestrebt war nachzuweisen, wahrscheinlich einer knospenförmigen Conjugation entspricht.

Es wurde bereits erwähnt, dass bei manchen Acinetinen, hinsichtlich der Bewimperung, verschiedene Schwärmsprösslinge vorkommen. Ich machte diese Beobachtung, wie erwähnt, bei *Podophrya quadripartita*, bei welcher nach D'UDEKEM auch Schwärmer von abgeplatteter Gestalt, welche bloss an ihrer flachen Bauchseite mit drei bis vier Reihen Cilien umsäumt sind, vorkommen,¹ — ferner bei *Acineta foedita*, bei welcher sowohl peritriche als holotriche Schwärmer vorkommen.

Die Schwärmsprösslinge der Acinetinen pflegen nach Verlassen der Mutter meist in wilder Hast fortzuschwärmen, drehen sich fortwährend um die Längsachse und sind auf ihrer, grosse Spiralwindungen beschreibenden Bahn sehr schwer zu verfolgen. Die Dauer dieses raschen, oder wie LACHMANN charakteristisch bemerkt,² gleichsam rasenden Herumschwärmens ist sehr verschieden: bei manchen Acinetinen hört das Schwärmen, nach LACHMANN, schon nach einer halben Stunde auf, bei anderen erstreckt sich hingegen die Schwärmerperiode auf mehrere Stunden. CIENKOWSKI hat den Schwärmer einer Podo-

¹ Sur le développement des Infusoires. Mémoir. de l'Acad. roy. de Belgique. Tome XXX. (1857) 12.

² Ueber die Organisation der Infusorien etc. AAP. (1850) 91.

¹ Loc. cit. Taf. VI. Fig. 6, 7, 9.

phrye bis zur Fixirung fünf Stunden lang verfolgt.¹ JOHANNES MÜLLER hat nach LACHMANN bereits im Jahre 1852 die Umwandlung des Schwärmers von Podophrya Lemnarum zur Acinetine beobachtet; die Bewegungen des Schwärmers wurden immer langsamer, hörten schliesslich ganz auf, worauf unter Verlust der Cilien aus dem fixirten Schwärmer die für die Acinetinen charakteristischen Strahlen auswuchsen.² Dieselbe Beobachtung wurde von CIENKOWSKI,³ D'UDEKEM,⁴ LACHMANN und CLAPARÈDE,⁵ später von STEIN⁶ und mehreren neueren Forschern an verschiedenen Acinetinen gemacht. Wie ich bereits wiederholt Gelegenheit hatte zu erwähnen, pflegen sich, nach STEIN, die Acinetinenschwärmer nach beendigem Schwärmen mittelst der Saugscheibchen zu fixiren, und letztere sind es, welche dann zu den Stielen auswachsen. Nach allen diesen Beobachtungen kann man für bewiesen erachten, dass sich die fixirten Acinetinenschwärmer nicht zu anderen Infusorien, sondern zu Acinetinen entwickeln.

Die sogenannte Acineten-Theorie von Stein.

Als STEIN vor einem Vierteljahrhundert, im Jahre 1847 sich an das Studium der Infusorien machte, stand er unter dem lebhaften Eindruck der durch die Studien über *Gregarinen* erzielten erfolgreichen Entdeckungen, unter welchen die Conjugation und Encystirung der Gregarinen und deren Zerfall nach vollständigem Verschmelzen in die weiter oben behandelten Sporen am wichtigsten erschien. Er richtete daher zunächst auf die Entdeckung des Encystirungsprocesses bei Infusorien sein Augenmerk; die Existenz dieses Processes konnte mit um so mehr Recht vermuthet werden, als bereits v. SIEBOLD nachgewiesen hatte, dass sich die *Euglenen* zu einer gewissen Zeit kugelig contrahiren und mit Cysten umgeben, und gleichzeitig die Möglichkeit hervorhob, dass die

encystirten Euglenen ihre Kapseln früher oder später in einer veränderten Form wieder verlassen.¹ Gleich die ersten Nachforschungen führten STEIN zu dem Ergebniss, dass eine Encystirung in der That auch bei den Ciliaten besteht und, wie heute bereits bekannt, im Leben der Ciliaten eine sehr wichtige Rolle spielt, mit der Fortpflanzung dieser Protisten aber im engsten Zusammenhang steht. Durch die ersten Forschungen wurde STEIN zugleich auch noch zu einer anderen sehr wichtig erscheinenden Entdeckung geführt, welche in der Aufstellung der *Acineten-Theorie* ihren Ausdruck fand, und eine Zeit lang als Glanzpunkt der STEIN'schen Entdeckungen gefeiert wurde.

Im Monat Mai des Jahres 1848 sammelte STEIN zu Demonstrationszwecken Algenfäden, welche mit äusserst vielen Individuen der kleineren Form von *Vaginicola crystallina* bedeckt waren, und war nach mehreren Tagen, bis wann die Demonstration aufgeschoben werden musste, nicht wenig erstaunt zu finden, dass die zahlreichen Vaginicolen beinahe gänzlich verschwunden waren, deren Stelle aber von eben so zahlreichen eigenthümlichen, von den Vaginicolen ganz abweichend organisirten Infusorien eingenommen wurde, welche mit den Hülsen der verschwundenen Vaginicolen in mancher Hinsicht übereinstimmend gebaute zierliche Hülsen bewohnten, und in welchen STEIN die EHRENBURG'sche *Acineta mystacina* erkannte.² Diese Beobachtung sollte der Acineten-Theorie als Ausgangspunkt dienen. STEIN ging nämlich von der — a priori sehr wahrscheinlich klingenden — Annahme aus, dass die an Stelle der Vaginicolen getretenen Acineten keine selbständigen Infusorien sein können, sondern sich aus den Vaginicolen entwickelt haben mussten, dass sich also die Vaginicolen unter gewissen Verhältnissen zu Acineten umwandeln. Die behufs Prüfung der Richtigkeit dieser Voraussetzung unternommenen Nachforschungen führten STEIN zum Ergebniss, dass sich die Vaginicolen thatsächlich in Acineten umwandeln, dass sie während dieser Metamorphose die Vorticellinen-Organisation ablegen, sich innerhalb der Hülsen zu Kugeln contrahiren und Acineten werden, aus wel-

¹ Bulletin de l'Acad. imp. de St. Pétersbourg. 1855. Vgl. LACHMANN, diss. et loc. cit.

² Diss. cit. 341.

³ Diss. cit. — Ferner: Bemerkungen über STEIN's Acineten-Lehre. Mélanges biologiques tirés du Bulletin de l'Acad. de St. Pétersbourg. Tome II. 1855. Vgl. STEIN, Der Org. I. 48.

⁴ Sur le développement des Infusoires. Mémoire de l'Acad. roy. de Belgique. XXX. (1857) 12.

⁵ LACHMANN, diss. cit. 390; ferner: Etudes. III. 108.

⁶ Tagesblatt der 32. Versammlung deutsch. Naturforsch. in Wien im J. 1856. Nr. 3. — Vgl. Der Org. I. 51.

¹ Lehrb. der vergl. Anatomie der wirbellosen Thiere. (1845) 25.

² Untersuchungen über die Entwicklung der Infusorien. AN. 15. Jahrg. (1849) I. 109.

chen später die zu Büscheln angeordneten charakteristischen Fäden auswachsen; inzwischen verwandeln sich auch die Hüllen der Vaginicolen allmählig zu den charakteristischen Hüllen der Acineta mystacina.

Der entwicklungsgeschichtliche Zusammenhang der *Vaginicola crystallina* mit der *Acineta mystacina* wurde noch durch den Befund unterstützt, dass STEIN in Gesellschaft der auf Lemna-Wurzeln lebenden grösseren Form von *Vaginicola crystallina* auch viel grössere Acineten antraf; diese grösseren Acineten schienen aber aus den grösseren Vaginicolen durch eine ganz ähnliche Metamorphose hervorzugehen, wie die kleineren Acineten aus den kleineren Formen der *Vaginicola crystallina*.¹

Die in der betretenen Richtung fortgesetzten, von STEIN in zwei Abhandlungen² und in seiner ersten grossen Arbeit³ publicirten Untersuchungen ergaben, dass sämtliche Acinetinen, welche mit den *Vorticellinen*, *Ophrydinen* und *Spirochoninen* zusammen leben, keine selbständigen Organismen, sondern blos Acineten-Zustände der betreffenden Infusorien sind, aus welchen sie sich durch Metamorphose entwickeln.

Bei den *Vorticellinen* mit starrem Stiel und den *Spirochoninen* geht die Metamorphose in der Weise vor sich, dass die von ihren Stielen getrennten Individuen oder, wie bei *Spirochona*, die vom Mutterindividuum losgelösten Sprösslinge nach ihrer Anheftung sich unmittelbar in Acinetinen umwandeln; dagegen pflegen die mit contractilen Stielen versehenen *Vorticellinen* sich zuerst zu encystiren, und ihre Metamorphose in die Acinetenform geht im encystirten Zustand vor sich; bei den Vaginicolen und Cothurnien endlich wird, wie bereits geschildert, aus dem Körper des Ciliaten der Leib, aus der Hülse aber die Hülse oder der Panzer der Acinete.

Die weiteren Studien über die Acinetinen führten, wie oben bereits erwähnt, alsbald zur Entdeckung der inneren Schwärmsprösslinge. Diese Schwärmsprösslinge sehen — wie wir bereits darlegten — bei sehr vielen Acinetinen den von ihren Stielen losgelösten und mit hinteren Cilienkränzen versehenen *Vorticellinen* - Schwärmern zum Ver-

wechseln ähnlich. Nachdem die Metamorphose der im weiteren Sinn genommenen *Vorticellinen* zu Acineten bei STEIN bereits zur Ueberzeugung gelangte, wähnte er sich zur Annahme berechtigt, dass die den *Vorticellinen*-Schwärmern so auffallend ähnlichen Schwärmsprösslinge der Acinetinen sich nach ihrem Niederlassen nicht zu Acinetinen, sondern zu *Vorticellinen* entwickeln.

Nach dieser STEIN'schen Acineten-Theorie unterliegen also die *Vorticellinen* einer Metagenese; d. h. nachdem dieselben mehrere Generationen hindurch mittelst Theilung oder Knospenbildung sich selbst ähnliche Individuen erzeugt haben, geht die letzte Generation in den Acineten-Zustand über, welche Ammen entsprechen, deren Sprösslinge wieder in den *Vorticellinen*-Zustand zurückkehren.

In Anbetracht dessen, dass der Körperbau der Acinetinen, trotz seiner grossen Verschiedenheit von dem der übrigen Ciliaten, in mancher Beziehung dennoch so auffallend an die *Vorticellinen* erinnert: ferner dass die Acinetinen in der Gesellschaft der *Vorticellinen* vorkommen und erst mit dem Ueberhandnehmen der *Vorticellinen* auftreten, sowie dass deren Schwärmsprösslinge mit den Schwärmern der *Vorticellinen* und *Spirochoneen* scheinbar gänzlich übereinstimmen; in Anbetracht ferner, dass zur Zeit des Auftretens von STEIN für die weite Verbreitung der von STENSTRUP erst kurz zuvor entwickelten Lehre vom Generationswechsel unter den niederen Thieren sich immer mehr zeugende Daten anhäuferten: alldas in Betracht gezogen, schien die von STEIN auf eine Reihe eingehender und gewissenhafter Studien gegründete neue Lehre schon a priori sehr überzeugend und wurde mit nahezu ungetheiltem Beifall aufgenommen. Es geht das aus folgendem, nach dem Erscheinen der ersten STEIN'schen Mittheilung von einer der Coryphäen der Zoologie, von v. SIEBOLD gethanen wichtigen Ausspruch, mit welchem er CONN's Entdeckung der Conjugation des *Actinosphaerium* begleitet, am klarsten hervor: «Ich bin überzeugt — sagt v. SIEBOLD — wir werden überraschende Resultate aus diesen Beobachtungen erhalten und erfahren, dass verschiedene Formen von Protozoön als die zu einer und derselben Art gehörigen Generationen betrachtet werden müssen, welche nach gewissen Gesetzen in einer bestimmten Reihenfolge mit einander wechseln. Es gehört jetzt zu den Aufgaben der Zoologen, die Classe der Protozoön, welche bisher nur nach ihrer Körperform systema-

¹ Diss. cit. 115.

² Diss. cit. — Ferner: Neue Beiträge zur Kenntniss der Entwicklungsgeschichte etc. ZWZ. III. (1852) 475.

³ Die Infusionsthierie auf ihre Entwicklungsgeschichte untersucht. 1854.

tisch geordnet wurden, soweit in ihren physiologischen Beziehungen zu einander zu erforschen, dass nun auch die durch Formenwechsel verschiedenen Generationsreihen richtig zusammengestellt werden können, um auf diese Weise eine Uebersicht der eigentlichen Arten zu erlangen.¹

Die Richtigkeit der STEIN'schen Ansicht schien auch an einer älteren Beobachtung eine Stütze zu finden, indem die Existenz eines genetischen Zusammenhanges zwischen *Vorticellamicrostoma* und *Podophrya fixa* bereits von PINEAU behauptet wurde;² nur soll sich nach PINEAU die — von ihm, nach DUJARDIN, als *Actinophrys pedicillata* bezeichnete — *Podophrya fixa*, nach Einziehen der Saugfäden und Entwicklung des Mundes und des Wimpersystems, in eine Vorticelle umwandeln, aus den Vorticellen-Cysten aber sollen sich Oxytrichen entwickeln.

Noch kräftigere Belege für die Acineten-Theorie schienen die, die PINEAU'schen an Gründlichkeit weit übertreffenden Untersuchungen von D'UDEKEM zu liefern, durch welche der genannte Forscher, von STEIN ganz unabhängig, zur Aufstellung der Existenz eines genetischen Zusammenhanges zwischen Vorticellinen und Acinetinen geführt wurde. Nach den Untersuchungen von D'UDEKEM³ soll die *Epistylis plicatilis* ein dimorpher Organismus sein, welcher sich mehrere Generationen hindurch einfach durch Theilung fortpflanzt, bis sich einzelne Individuen, ohne ihren Stiel zu verlassen, zu Kugeln contrahiren und encystiren. Innerhalb dieser Cysten entwickeln sich aus den Epistylen den *Opalinen* ähnliche holo-triche Infusorien, welche sich nach Verlassen der Cysten und einer Schwärmezeit von verschiedener Dauer an den Stielen der Epistylis-Bäumchen niederlassen, die Cilien verlieren und in jene Acineten-Form übergehen, welche auch von STEIN für den Acineten-Zustand der *Epistylis plicatilis* gehalten, von CLAPARÈDE und LACHMANN aber als *Podophrya quadripartita* bezeichnet wurde. Aus den Schwärmsprösslingen der in die Acineten-Form übergegangenen Epistylen entwickeln sich schliesslich nicht, wie STEIN

behauptet, Epistylen, sondern wieder nur acinetenförmige Individuen.

D'UDEKEM gegenüber haben CLAPARÈDE und LACHMANN, gestützt auf sehr eingehende Studien, nachgewiesen, dass die in den Cysten entwickelten opalinenartigen Infusorien keineswegs durch Metamorphose der Epistylen zu Stande kommen, sondern nichts weiter als gefrässige *Amphilepten* sind, welche die Epistylen verschlingen, und sich auf deren Stielen encystiren, um diese Cysten, nach Verdauung der Beute, allein oder in zwei Individuen getheilt wieder zu verlassen; in einem genetischen Zusammenhang stehen dieselben aber weder mit den Epistylen, noch mit der *Podophrya quadripartita*.¹

Zu demselben Ergebniss gelangte ENGELMANN, der an *Carchesium polypinum*,² sowie auch STEIN, der an *Epistylis plicatilis*, *Epistylis branchyophila*, *Zoothamnion affine*, *Z. Aselli* und *Carchesium polypinum* die Entwicklung der räthselhaften Amphilepten-Cysten ganz in der von CLAPARÈDE und LACHMANN beschriebenen Weise beobachtete;³ endlich kam auch D'UDEKEM nach Wiederholung seiner Untersuchungen zur Ueberzeugung, dass seine Ansicht irrig, hingegen die von CLAPARÈDE und LACHMANN die richtige sei.⁴

Nach dieser Erledigung der D'UDEKEM'schen Theorie können die Untersuchungen dieses Forschers nicht nur keine Stütze für die STEIN'sche Lehre abgeben, sondern sie widerlegen dieselbe vielmehr, da sie doch beweisen, dass sich die Schwärmsprösslinge von *Podophrya quadripartita* nicht, wie STEIN annimmt, zu Epistylen umwandeln, sondern nach der Ansiedelung zu Podophryen entwickeln.

Aber es fanden sich auch entschiedene Gegner der STEIN'schen Acineten-Theorie, namentlich CIENKOWSKI,⁵ vor Allen aber LACHMANN⁶ und CLAPARÈDE.⁷ Alle drei Forscher gelangten zu dem nämlichen Er-

¹ Ueber die Conjugation des Diplozoon paradoxum, nebst Bemerkungen über den Conjugations-Process der Protozoen. ZWZ. III. (1851) 67.

² Annales des sc. nat. 1845. III. Sér. III. 182., und ibidem: Bd. IV. 103, endlich Bd. IX. (1849) 100. — Vgl. STEIN, Der Org. I. 43.

³ Sur le développement des Infusoires. Mémoires de l'Acad. roy. de Belgique. XXX. (1857).

⁴ Annales des scienc. nat. 1857. IV. Sér. VIII. 229. Ferner: Etudes, III. 106.

⁵ Ueber Fortpflanzung des Epistylis crassicolis, Carchesium polypinum etc. ZWZ. X. (1859) 279.

⁶ Der Org. II. 103.

⁷ Description des Infusoires de la Belgique. Mémoires de l'Acad. roy. de Belgique. XXXIV. (1862) 5.

⁸ Bemerkungen über STEIN's Acineten-Lehre. Mélanges biologiques tirés du Bullet. de l'Acad. de St. Pétersbourg. (1855) II. 263. — Vgl. STEIN, Der Org. I. 48.

⁹ Ueber die Organisation der Infusorien etc. AAP. Jahrg. 1856. 387.

¹⁰ Etudes. III. 86.

gebniß, welches sich kurz in folgende zwei Punkte zusammenfassen lässt: 1. die Vorticellinen verwandeln sich weder unmittelbar, noch in encystirtem Zustand in Acinetinen; 2. aus den Schwärmern der Acinetinen entwickeln sich wieder nur Acinetinen, aber keine Vorticellinen.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass durch diese Forschungsergebnisse der verführerischen Theorie von STEIN die Grundlagen entzogen wurden, infolge dessen sie von selbst zusammenbrach. Trotzdem wollte STEIN noch eine Zeit lang an seiner Theorie festhalten und versuchte eine Modification in dem Sinne, dass sich die Acinetinen zwar nicht, wie er Anfangs angenommen hatte, einfach durch Metamorphose aus den Vorticellinen entwickeln, sondern dass die weiter unten zu besprechenden sogenannten *acinetenförmigen Embryonen* der verschiedenen Infusorien es sind, welche zu Acinetinen werden, so dass diese doch keine selbständigen Organismen sein, sondern bloß gewisse Entwicklungszustände, acinetenartige Stadien verschiedener Infusorien vorstellen,¹ oder wie an einer anderen Stelle gesagt wird,² nur noch die Bedeutung von Ammen haben könnten. Nach dem vollständigen Erscheinen des mit dem grossen Preis der Pariser Akademie gekrönten Werkes von CLAPARÈDE und LACHMANN zögerte endlich auch STEIN nicht länger, die eigene Theorie auch in der modificirten Form entschieden zu verwerfen,³ und zwar aus dem Grund, weil von CLAPARÈDE und LACHMANN der Nachweis geführt wurde, dass sich die Acinetinen, gerade so wie die übrigen Infusorien, conjugiren und copuliren, und dass sich im Inneren der vollständig verschmolzenen Acinetinen «*auf sexuellem Weg*» Embryonen entwickeln; alldas hält STEIN mit der Ammen-Natur der Acinetinen für unvereinbar und zweifelt daher nicht länger an deren Selbständigkeit. Dass STEIN gerade in der Conjugation der Acinetinen die Unhaltbarkeit seiner Theorie erblickt, dürfte nicht ganz consequent erscheinen, da ja die Conjugation der Acinetinen gerade von STEIN entdeckt und in seinem Werke, welchen die Acineten-Theorie begründet, beschrieben wurde.⁴

Dass die STEIN'sche Theorie beim gegenwärtigen Stand der Kenntnisse weder in der ursprünglichen, noch auch in der modificirten Form vertheidigt werden kann, das unterliegt wohl keinem Zweifel. Es lässt sich aber immerhin mit Recht die Frage stellen, ob denn der Grundgedanke von PINEAU, STEIN und D'UDEKEM, wonach die Acinetinen in den Entwicklungskreis der mit Mund versehenen Infusorien gehören, als ganz falsch und unbegründet, gänzlich zu verwerfen sei? Dass die Verwandtschaft zwischen den Acinetinen und den mit Mund versehenen Ciliaten, trotz aller Verschiedenheiten der Organisation, doch sehr eng ist, lässt sich kaum bezweifeln, und es wirft sich immer wieder die Frage auf, ob die Vertreter beider Gruppen mit einander in phylogenetischem, oder in ontogenetischem Zusammenhang stehen? Auf diese berechtigten Fragen lässt sich derzeit eine bestimmte Antwort nicht entheilen; doch werden die weiter oben citiren Worte, mit welchen v. SIEBOLD vor 31 Jahren die Richtung und den Weg der Forschung bezeichnete, zu beherzigen sein; auf diesem schwierigen und schlüpfrigen, aber eventuell zur Entdeckung wichtiger Thatsachen führenden Pfad ist bis zum heutigen Tage, sozusagen, kein einziger Schritt versucht worden.

Die Embryonen der mit Mund versehenen Infusorien.

In seiner Abhandlung über *Monostomum mutabile* machte v. SIEBOLD¹ die kurze Bemerkung, in einer der im Darm und der Kloake von *Rana temporaria* wohnenden zwei Arten von Ciliaten — welche nach STEIN nichts anderes als *Balantidium Entozoon* sein mochten — eine uterusartige Höhle beobachtet zu haben, welche zahlreiche, in lebhafter Bewegung begriffene Embryonen enthielt, von welchen mehrere vor seinen Augen den Mutterleib verliessen und im Wasser munter fortschwammen.* Diese im

¹ Helminthologische Beiträge. AN. (1835) 73. — Vgl. STEIN, Der Org. II. 315.

* Nach LEUCKART (Ber. üb. d. Leist. der Naturgesch. d. niederen Thiere i. d. J. 1854—55. AN. Jahrg. 1856. II. 433.) beschrieb GÖZE bereits im Jahre 1774 sogenannte Infusionsthiermütter, welche bis 12, an den Seiten der Mütter ausschlüpfende Junge beherbergten (Herrn Carl BONNET's wie auch einiger anderen berühmten Naturforscher auserlesene Abhandlungen aus der Insectologie; aus dem Französischen, übersetzt und mit einigen Zusätzen herausgegeben von J. A. EPHRAIM GÖZE, Halle. 1774. 417—452.). Soweit

¹ Tagblatt der 32. Versammlung deutscher Naturforscher in Wien im Jahre 1856. Nr. 3. — Ferner: Der Org. I. 51.

² Der Org. II. 139.

³ Der Org. II. 138.

⁴ Die Infus. 147.

Jahre 1834 gemachte Entdeckung v. SIEBOLD's gerichtlich gänzlich in Vergessenheit, ja v. SIEBOLD selbst schien nicht weiter daran zu denken, da er weder in seiner Besprechung der sofort zu erörternden FOCKE'schen Beobachtung,¹ noch auch in seinem Handbuch der vergleichenden Anatomie deren Erwähnung thut. FOCKE war es, welcher auf der im Jahre 1844 zu Bremen tagenden 22. Wanderversammlung deutscher Naturforscher und Aerzte² die im Herbst und Winter in sehr blassen Individuen sich bildenden Embryonen von *Paramecium Bursaria* aufs Neue zur Sprache brachte. FOCKE sah in solchen Exemplaren die von EHRENBURG für Hoden angesprochenen Organe, nämlich die Kerne, in mehrere Theile zerfallen, und konnte in jedem Theil zwei pulsirende Vacuolen und ein dunkles Organ, d. i. einen Kern unterscheiden. Dass diese in dem von FOCKE als Uterus angesehenen Kern entwickelten Gebilde in der That Embryonen entsprechen, darüber konnte FOCKE, da er dieselben auch ausschwärmen sah, nicht den geringsten Zweifel hegen.

Zwei Jahre später wurden von ECKHARD die von den mütterlichen Ciliaten gänzlich verschiedenen Embryonen von *Stentor coerules* und *St. polymorphus* beschrieben,³ die Richtigkeit dieser Angabe aber durch die Untersuchungen von OSKAR SCHMIDT bestätigt.⁴

mir die Infusorienliteratur des vorigen Jahrhunderts bekannt ist, kann ich behaupten, dass dies weder die erste noch auch die einzige hierher gehörige Beobachtung im vorigen Jahrhundert ist. OTTO FRIDRICH MÜLLER hat nämlich die im Inneren seiner *Vorticella nasuta* (= *Didymium nasutum*, STEIN) entstehenden beweglichen Embryonen bereits im Jahre 1773 beschrieben und ausdrücklich bemerkt, dass sich dieses eigenthümliche Infusionsthier sowohl durch Theilung als durch innere Embryonen fortpflanzt («Vort. nasuta et partitioni et foetus vivis simul propagatur». Vermium terrestrium et fluviatilium etc. succinata historia. Vol. imi pars ima. Havniæ et Lipsiæ. [1773] 103.); ferner beobachtete GLEICHEN einige Jahre später die Embryonen von *Vorticella microstoma* (Dissertation sur la génération, les animalcules spermatiques, et ceux d'infusions. Paris. An. VII. 217—218. — Die mir nicht zugängliche deutsche Originalausgabe erschien im Jahre 1778.).

¹ Bericht über die Leistungen im Gebiete der Anatomie und Physiologie der wirbellosen Thiere in d. J. 1843—44. AAP. Jahrg. 1845. 116.

² Amtlicher Ber. 2. Abth. 109. — Vgl. v. SIEBOLD a. a. O.

³ Die Organisationsverhältnisse der polygastrischen Infusorien. AN. 1846.

⁴ FRIEDRICH's Notizen. Dritte Reihe. IX. 1849. — Vgl. STEIN, Der Org. I. 33.

Viel wichtiger, als die erwähnten, sind die Untersuchungen von COHN, STEIN, CLAPARÈDE und LACHMANN, sowie von ENGELMANN durch welche die Lehre von der Fortpflanzung der mit Mund versehenen Infusorien durch endogene Embryonen, wie es eine Zeit lang schien, auf vollkommen feste Grundlagen gesetzt wurde.

COHN stellte seine ersten Untersuchungen an *Paramecium Bursaria* an,¹ und konnte die im Inneren dieser Infusorien erfolgende Entwicklung der von FOCKE entdeckten Embryonen bestätigen. Letztere entwickeln sich in an Pseudochlorophyll-Körperchen armen Exemplaren, wo sie in der Zahl von zwei bis acht in einem, von einer deutlich wahrnehmbaren Membran umhüllten Hohlraum enthalten sind; letzterer öffnet sich mittelst eines trichterförmig erweiterten Ganges auf die Körperoberfläche. Die Embryonen sind, wie bereits von FOCKE hervorgehoben wurde, mit zwei pulsirenden Vacuolen versehen; dagegen enthalten sie niemals Pseudochlorophyll-Körperchen, sondern sind ganz farblos und fein granulirt; einen Kern konnte COHN nicht unterscheiden. Innerhalb des Mutterleibes sind die Embryonen von kugelförmiger Form, und nur bei grösserer Anzahl sind sie, Parenchymzellen gleich, polygonal abgeplattet. Nach vollendeter Entwicklung treten die Embryonen durch den vorhin erwähnten Gang, seltener einzeln durch an unbestimmten Stellen sich bildende Oeffnungen aus dem Mutterleib. Während der Geburt strecken und verschmälern sich die Embryonen und behalten diese cylindrische, häufig in der Mitte eingeschnürte Form auch nach der Geburt bei. Die freigeordneten Embryonen sind an ihrer ganzen Oberfläche mit gleich langen feinen Cilien bedeckt, unter welchen bereits COHN einzelne, in kleine Knötchen endigende Fäden entdeckte, dieselben aber für Schleimfäden hielt, welche während der Geburt ausgezogen werden und später wieder verschwinden.

Aehnliche Embryonenkugeln, wie bei den Paramecien, sah COHN auch bei *Urostyla grandis*,² konnte aber deren Ausschwärmen nicht beobachten.

Hinsichtlich der wichtigen Frage: aus welchen Organen der mütterlichen Infusorien sich die Embryonen entwickeln, war COHN zu keinem bestimmten Ergebniss gelangt, hält es jedoch für wahrschein-

¹ Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Infusorien. ZWZ. III. (1851) 271.

² Diss. cit. 277.

lich, dass sie sich nicht aus den Kernen entwickeln, wie es von FOCKE behauptet wurde, da er den Kern der Paramecien, welche Embryonen enthielten, häufig ganz unverändert neben den Embryonen antraf.

Zumit den von COHN mitgetheilten im Wesentlichen übereinstimmenden Ergebnissen gelangte auch STEIN durch seine Untersuchungen, welche er über die Entwicklung der Embryonen von *Paramecium Bursaria* anstellte.¹ Bezüglich der Organisation der Embryonen kam STEIN darin weiter, als COHN, dass es ihm gelang, den Kern der Embryonen nachzuweisen, ferner dass er das Vorkommen der geknöpft endigenden tentakelartigen Fortsätze, mittelst welcher die Embryonen sich an der Oberfläche des Mutterleibes anheften, bestimmter hervorhob. Die Entwicklung der Embryonen wird von STEIN in der nämlichen Weise geschildert, wie die der Schwärmsprosslinge der Acinetinen: es wird nämlich aus dem Kern eine Partie abgeschnürt, welche sich entweder unmittelbar zu einem einzigen, oder durch wiederholte Theilung zu mehreren Embryonen entwickelt.

Ueber die weitere Entwicklung der aus dem Mutterleib ausgetretenen Embryonen führten weder die Untersuchungen von COHN, noch die von STEIN zu bestimmten Ergebnissen; während aber COHN an Generationswechsel dachte, gab STEIN in seiner ersten Mittheilung über diesen Gegenstand² der Vermuthung Ausdruck, dass die Embryonen, nach Einziehen der tentakelartigen geknöpften Fortsätze, einen Mund erhalten und sich unmittelbar in Paramecien verwandeln.

Eine mit der obigen übereinstimmende Schilderung geben auch CLAPARÈDE und LACHMANN über die Embryonen von *Paramecium Bursaria* und *P. putrinum*; ³ genauere Untersuchungen über die Entwicklung der Embryonen führten bei Letzterem zu dem Ergebniss, dass sich die Embryonen bald frei in der Substanz des «embryogenen» Organs (*embryogène*), d. i. des Kernes entwickeln, bald wieder aus abgeschnürten Kernpartieen, welche sich durch Theilung vermehren können.⁴

Ausser bei den Paramecien wurde die Bildung der Embryonen von CLAPARÈDE und LACHMANN auch

bei *Epistylis plicatilis* und *Stentor polymorphus* beobachtet.

Bei *Epistylis plicatilis*¹ entwickeln sich die verhältnissmässig sehr kleinen (0,0131 mm.) Embryonen seltener einzeln, meist in der Zahl von vier bis fünf und noch mehr, entweder unmittelbar in dem aufgequollenen Kern, oder aber in einer oder mehreren hellen Kugeln, welche nach CLAPARÈDE und LACHMANN'S Ansicht aus dem Kern aussprossen und sich dann abschnüren. Bei den Epistylen, welche Embryonen enthalten, treibt die Glocke an wechselnden Stellen eine, seltener zwei eigenthümliche zizenartige, an den Spitzen durchbrochene seitliche Sprossen, welche von CLAPARÈDE und LACHMANN mit frisch aufgebrochenen Furunkeln verglichen werden. Diese mit aufgeworfenen Rändern versehenen Oeffnungen sind die *Geburtsöffnungen*, durch welche die kleinen Embryonen den Mutterleib verlassen. Diese Embryonen sind von ovaler Gestalt, besitzen eine pulsirende Vacuole und in der Mitte oder nahe zum vorderen Ende einen Wimperkranz; sie stimmen mithin mit den peritrichen Schwärmern der Acinetinen vollkommen überein und bringen diese auch noch durch ihre ungestümen Bewegungen lebhaft in Erinnerung.

Das fernere Schicksal dieser Embryonen konnte zwar von CLAPARÈDE und LACHMANN nicht unmittelbar erforscht werden, doch bezweifeln die genannten Forscher nicht, dass sie sich, zur Ruhe gelangt, zu Epistylen entwickeln.

Die Embryonen von *Stentor polymorphus*, oder richtiger von *St. Roeselii* — da die Abbildungen sich ohne Zweifel auf letztere Art beziehen — werden in der bei *Epistylis plicatilis* geschilderten Weise gebildet:² vom Kern werden nämlich gedunsene Partieen abgeschnürt, in welchen sich dann ein, oder mehrere Embryonen entwickeln. Letztere sind von verhältnissmässig bedeutender Grösse (0,035, die einzeln sich entwickelnden bis 0,057 mm), von kugelig oder ovaler Gestalt und haben ausser der ihre ganze Oberfläche bedeckenden Bewimperung an einer bestimmten Stelle auch stärkere Cilien, ferner eine kräftig pulsirende Vacuole und einen dunkleren kugelförmigen Kern. Die Geburt der Embryonen vermochten CLAPARÈDE und LACHMANN direct zwar nicht zu beobachten, doch fanden sie in Gesellschaft von Stentoren, welche Embryonen enthielten, auch

¹ Die Infus. 244.

² Op. cit. 245.

³ Etudes, III. 193.

⁴ Op. cit. 198.

¹ Etudes. III. 169, 181.

² Etudes. III. 188.

ganz kleine, noch mundlose, oder bereits mit Mund und Schlund versehene Individuen, von welchen sie vermuthen, dass sie sich aus den Embryonen entwickelten.

Viel wichtiger, als die Besprochenen, sind die von STEIN auf der im Jahre 1856 in Wien tagenden 32. Wanderversammlung deutscher Naturforscher mitgetheilten überraschenden Beobachtungsergebnisse, welche sich auf sehr eingehende Studien stützen und ausführlich im I. und II. Theil der grossen STEIN'schen Monographie dargestellt wurden. STEIN constatirte in diesen Werken die Entwicklung endogener Embryonen, oder zumindest der sogleich zu erörternden Keimkugeln bei ziemlich vielen und sehr verschiedenen Gruppen angehörigen Infusorien. Die von STEIN beobachteten Ciliaten, welche sich durch Embryonen fortpflanzen, sind die folgenden: *Prorodon niveus*, *Trachelius Ovum*, *Paramecium Aurelia*, *P. Bursaria*, *Blepharisma lateritia*, *Bursaria truncatella*, *Stentor polymorphus*, *St. coeruleus*, *St. Roeschii*, *Stylonychia Mytilus*, *St. pustulata*, *St. Histrio*, *Pleurotricha lanceolata*, *Urostyla grandis*, *Euplotes Patella*, *E. Charon*, *Vorticella microstoma*, *V. nebulifera*, *V. campanula*, *Zoothamnion Arbusculula*, *Epistylis plicatilis*, *E. Daphniarum* und *Trichodina Pediculus*. Diesen sind noch anzureihen: nach COHN¹ *Nassula elegans*; nach ENGELMANN² *Uroleptus agilis*, *Vorticella Convallaria*, *Carchesium polypinum*, *C. Aselli*, *Epistylis crassicolis* und *Didinium nasutum*; endlich nach HAECKEL³ *Codonella campanella*. Zählt man zu Obigen noch *Balanidium Entozoon* und *Paramecium putrinum* hinzu — da bei letzterem, wie oben angeführt, bereits CLAPARÈDE und LACHMANN, bei ersterem aber v. SIEBOLD Embryonen beobachtet haben — so kann die Zahl jener Ciliaten, bei welchen Embryonen oder mindestens Keimkugeln — bei vielen blos diese — beobachtet wurden, insgesamt auf 33 gesetzt werden.* Wie immer ansehnlich auch diese Zahl auf den ersten Blick erscheinen mag, so muss sie doch

für gering gehalten werden, wenn man den Umfang der von mehreren ausgezeichneten Forschern, in erster Reihe von STEIN, dann von ENGELMANN dem Studium der Fortpflanzung der Infusorien durch Embryonen gewidmeten gewissenhaften Forschungen vor Augen hält. An der mitgetheilten Liste muss ferner auffallen, dass bei zahlreichen sehr gemeinen und von mehreren ausgezeichneten Forschern wiederholt studirten Infusorien bisher noch keine Embryonen konnten beobachtet werden.

Nach den Untersuchungen von STEIN entwickeln sich die Embryonen, den Schwärmsprosslingen der Acinetinen gleich, in allen Fällen aus den Kernen; in dieser Hinsicht stimmt also STEIN in der Auffassung mit CLAPARÈDE und LACHMANN überein, und auch die Untersuchungen von ENGELMANN¹ scheinen ganz für die Richtigkeit dieser Auffassung zu sprechen.

Um von STEIN's Theorie von der Fortpflanzung der Ciliaten durch Embryonen ein vollständiges Bild zu liefern, muss ich gleich hier hervorheben — worauf ich weiter unten noch zurückkehren werde —, dass STEIN diese Embryonen für Producte einer geschlechtlichen Fortpflanzung hält.² Nach vorangegangener Conjugation, welche im ersten Theil der Monographie noch für eine Längstheilung gehalten wurde, sollen sich in den Nucleolen, welche demnach für männliche Geschlechtsdrüsen zu halten wären, Samenfäden entwickeln, welche in den Kern eindringen und diesen befruchten, worauf sich der Kern in mehrere eierartige Stücke theilt, welche von STEIN, da nicht sie befruchtet werden, nicht Eier sondern *Keimkugeln* genannt wurden.³ In diesen Anfangs homogenen, hellen Keimkugeln entwickeln sich später ein scharf contourirter kugelig Kern, und in der oberflächlichen Schicht ein oder zwei pulsirende Vacuolen; auf diesem Stadium der Entwicklung nennt nun STEIN diese Gebilde *Embryonalkugeln*.⁴ Auch diese Embryonalkugeln verwandeln sich nicht unmittelbar in Embryonen, sondern produciren, mittelst einer zwischen Theilung und Knospenbildung gleichsam

¹ Ueber Fortpflanzung von *Nassula elegans* Ehr. ZWZ. IX. (1857) 143.

² Zur Naturgeschichte der Infusionsthier. ZWZ. XI. 1861. — Ferner: Ueber Entwicklung und Fortpflanzung von Infusorien. MJ. I. (1876) 586.

³ Ueber einige neue pelagische Infusorien. JZ. VII. (1873) 565.

* Die Ciliaten, bei welchen von BALBIANI und BÜTSCHLI die mit den Keimkugeln gleichwerthigen, aber ganz anders

gedeuteten Gebilde beobachtet wurden, sind hier absichtlich ausser Acht gelassen.

¹ Zur Naturgesch. d. Infusionsthier. ZWZ. XI. 1861.

² Vgl. Der Org. I. 96.; II. 40.; ferner: Ueber die Hauptergebnisse der neuern Infusorienforschungen. Wien. (1863) 22.

³ Der Org. I. 97.

⁴ Der Org. I. 99.

die Mitte einhaltenden Fortpflanzungsart, mehrere Generationen von Embryonen; es schnürt sich nämlich von den Embryonen eine, einem kleineren Kugelsegment entsprechende Partie ab, welche aus dem Kern der Embryonalkugel einen Sprössling aufnimmt, nach der vollständigen Abschnürung sich abrundet und in einen Embryo umwandelt. Wie man aus dieser Schilderung ersieht, entspricht diese Vermehrungsart vollkommen der zwischen Theilung und Knospenbildung die Mitte einhaltenden Fortpflanzung gewisser Acinetinen, z. B. der *Podophrya fixa*. Da bei dieser Fortpflanzung Kerne und Nucleolen der mütterlichen Individuen gänzlich verbraucht werden, in den Embryonen enthaltenden Infusorien aber häufig auch unversehrte Kerne und Nucleolen zu beobachten sind: sieht STEIN sich gezwungen, für letztere eine Neubildung vorauszusetzen.¹

Einigermassen verschieden von Obigem ist der Entwicklungsgang der Embryonen der *Vorticellinen*. Bei diesen Infusorien — bei welchen STEIN keine Nucleolen unterscheidet — wird die Entwicklung der Embryonen durch die weiter unten noch zu erörternde knospenförmige Conjugation eingeleitet. Bei diesem Conjugationsprocess theilen sich die Kerne, sowohl der gestielten grossen, als die der auf diese sich aufpfropfenden und mit denselben verschmelzenden kleineren Individuen oder *Microgonidien* in mehrere kugelige Stücke, welche bei den Kolonien nicht bildenden *Vorticellinen* lose Haufen vorstellen, und sich theilweise in *Keimkugeln* umwandeln, theilweise aber zu neuen Kernen verschmelzen. Dagegen verschmelzen bei den Kolonien bildenden *Vorticellinen*, so wie auch bei *Trichodina Pediculus*, sämtliche Kerntheile zu einer einzigen scheibenförmigen, von STEIN als *Placenta* bezeichneten Masse, in welcher einzelne Kugeln entstehen, welche aus dem Inneren der Placenta hervorgetreten sich in Keimkugeln umwandeln, während aus dem unverbrauchten Theil der Placenta der neue Kern hervorgeht.² Durch Bildung von Placenten sind ferner, nach STEIN, auch die *Oxytrichinen* und *Euplotinen* charakterisirt,³ nur dass bei diesen die Placenta durch die Verschmelzung der Kernstücke eines einzigen Individuums zu Stande kommt.

Die Embryonen enthaltenden Infusorien bekom-

men an ihrer Körperoberfläche bald eine bald mehrere scharf umschriebene kreisförmige oder ovale Oeffnungen, welche sich nach Innen meist in mehrweniger lange Röhren fortsetzen; es sind das die bei *Paramecium Bursaria* bereits von COHN unterschiedenen *Geburtsöffnungen* und *Geburtswege*. Zahl und Stelle der Geburtsöffnungen ist verschieden; nur bei *Stylonychia Mytilus* ist die einzige Geburtsöffnung ganz constant unmittelbar hinter dem Peristom, links auf der Bauchseite gelegen.

Die Embryonen sämmtlicher Ciliaten sind sich darin vollkommen gleich, dass der aus hellem Protoplasma bestehende Leib einen meist kugeligen oder ovalen, selten, so namentlich bei *Bursaria truncatella* hufeisenförmigen Kern und ein bis zwei pulsirende Vacuolen enthält; hinsichtlich der übrigen Organisations-Verhältnisse, namentlich der Bewimpfung, der An- oder Abwesenheit von Tentakeln bestehen Unterschiede und es lassen sich folgende drei Arten von Embryonen unterscheiden.

a) *Acinetenförmige Embryonen*. Ihr Leib ist cylindrisch, selten kugelig; ausser den Cilien sind sie — den Acinetinen gleich — mit kurzen geknöpften Tentakeln versehen.

Von diesen acinetenförmigen Embryonen lassen sich wieder zweierlei unterscheiden: entweder ist ihre ganze Oberfläche mit Cilien bedeckt und ihre Tentakeln sind zerstreut; oder es findet sich blos um ihre Mitte oder um die hintere Körperhälfte ein Kranz von nach hinten gerichteten und den hinteren Körpertheil bedeckenden langen, feinen Cilien, während der Vorderleib einen Kranz von Tentakeln trägt.

Zu den ersteren gehören die Embryonen der *Paramecien*, *Nassulen* und *Oxytrichinen*, zu den letzteren die von STEIN beobachteten Embryonen des *Stentor Roesei*,¹ von welchen sich die des *St. coeruleus* durch den doppelten Cilienkranz unterscheiden.²

b) *Peritriche Embryonen ohne Tentakeln*. Sie stimmen mit den einen einzigen Cilienkranz tragenden Schwärmsprösslingen der Acinetinen vollkommen überein. Solche Embryonen sind für die *Vorticellinen* charakteristisch.

c) *Holotriche Embryonen ohne Tentakeln*. Ihr Leib ist oval oder verkehrt-eiförmig, und an der ganzen Oberfläche mit Cilien dicht bedeckt; an ihrem

¹ Der Org. I. 99.

² Der Org. II. 137.

³ Der Org. II. 86.

¹ Der Org. II. 255.

² Der Org. II. 246.

vorderen Körperpol befindet sich ein kleiner, einer Saugscheibe ähnlicher Vorsprung; demzufolge sehen sie kleinen *Holophryen* oder den holotrichen Schwärm- oder Theilungssprosslingen der Acinetinen ganz ähnlich. Solche Embryonen wurden von STEIN blos bei *Bursaria truncatella* beobachtet;¹ ähnliche entdeckte HAECKEL bei *Codonella Campanella*.² Hieher gehören ferner die von BÜTSCHLI im Inneren des *Stentor coeruleus* beobachteten holotrichen Parasiten,³ mit welchen die von CLAPARÈDE und LACHMANN im *Stentor Roeselii* beobachteten, bereits oben beschriebenen Embryonen eventuell identisch sind.

Wenn diese Embryonen in der That den Infusorien angehören, in welchen sie sich entwickeln: so wird zunächst jedenfalls die Frage zu entscheiden sein, auf welche Weise sie die mütterliche Organisation erlangen?

Auf diese Cardinalfrage kann nur so viel geantwortet werden, dass keine einzige Beobachtung dafür spricht, dass die angeblichen Embryonen selbst, oder deren Nachkommen, zu der für die Ciliaten, in welchen sie sich entwickelten, charakteristischen Form zurückkehren würden. STEIN war wohl, wie oben erwähnt wurde, nach seinen ersten Studien an *Paramecium Bursaria* geneigt, eine unmittelbare Metamorphose der acinetenförmigen Embryonen zu Paramecien anzunehmen; ja in den ersten Mittheilungen BALBIANI's über die sexuelle Fortpflanzung der Infusorien⁴ ist die Metamorphose der Embryonen von *Paramecium Bursaria* sogar beschrieben; und die Entwicklung des embryonalen Mundes, sowie die allmälige Anfüllung des Leibes mit Pseudochlorophyll-Körperchen ausführlich behandelt; allein BALBIANI selbst hat bereits zwei Jahre darauf seine Beobachtungen für eine reine Täuschung; die Embryonen aber mit aller Bestimmtheit für eingedrungene *parasitische Acinetinen* erklärt,⁵ wozu STEIN die gewiss berechnete Be-

merkung macht, dass es schwer zu begreifen sei, wie eine solche Täuschung entstehen konnte.¹

Auch die von STEIN über die weitere Entwicklung der Embryonen angestellten Untersuchungen führten zu dem Ergebniss, dass weder die Embryonen selbst, noch deren Nachkommen zur mütterlichen Organisation zurückkehren. Seine Beobachtungen über das fernere Schicksal der acinetenförmigen Embryonen der *Paramecien* und *Oxytrichinen* fasst STEIN im Folgenden zusammen: «Ich habe öfters gesehen, dass sie sich mit ihren Tentakeln an vorüberschwimmende Infusorien festsaugten, und von denselben lange Zeit mit herumgeschleppt wurden, wobei sie ihrem Träger ohne Zweifel einen Theil des breiartigen Körperparenchyms entzogen; ich hatte ferner beobachtet, dass diese acinetenartigen Embryonen nach längerem Umherschweifen zur Ruhe gelangten, ihr Wimperkleid verloren und sich in einfache, mit sehr verkürzten, zerstreut stehenden Tentakeln besetzte Kugeln verwandelten, welche vollkommen einer jungen Acinete glichen und sich namentlich von den ungestielten Formen der *Podophrya fixa* durch keinerlei Merkmal unterscheiden liessen. Nach einiger Zeit theilten sich sogar diese ruhenden Kugeln genau auf dieselbe Weise, wie es die ungestielten Formen der *P. fixa* thun; es schnürt sich ein Segment ab und gestaltet sich wieder zu einem ovalen, bewimperten, dem ursprünglichen Embryo ähnlichen Sprossling, während der Rest der Kugel sich abrundete und in der Acinetenform fortexistirte.»²

ENGELMANN, welcher mit den Ergebnissen seiner umfassenden Forschungen mächtige Stützpunkte für die STEIN'sche Ansicht und zur Vertheidigung der Embryonen-Theorie gegen die BALBIANI'sche Parasiten-Theorie lieferte, hob gleichfalls die Uebereinstimmung zwischen den ungestielten Individuen der *Podophrya fixa* und den Embryonen von *Stylonychia Mytilus* hervor, und bestätigt die Richtigkeit der Beobachtung, dass die acinetenförmigen Embryonen, den Acineten gleich, andere Infusorien aussaugen.³ Es findet sich ferner bei ENGELMANN eine, weder von STEIN, noch auch von ENGELMANN selbst später gewürdigte Beobachtung welche bei der Entscheidung über den Werth der Embryonen, meines Erachtens, von Bedeutung sein dürfte; diese Beobachtung be-

¹ Der Org. II. 306.

² Ueber einige pelagische Infusorien. JZ. VII. Bd. (1873) 563.

³ Studien etc. 349.

⁴ Sur l'existence d'une génération sexuelle chez les Infusoires. CR. 46. (1858) 628. — Ferner: Journal de la Physiologie. Avril (1858) 347.

⁵ Note sur un cas de parasitisme improprement pris pour une mode de reproduction des Infusoires ciliés. CR. 51. (1860) 319. — Ferner: Recherches sur les phénomènes sexuelles des Infusoires. Extrait du Journ. de la Physiologie. Januar und Februar 1861. 122.

¹ Der Org. II. 43.

² Der Org. II. 138. — Ferner: I. 52, 104, 161.

³ Zur Naturgesch. d. Inf. ZWZ. XI. (1861) Sep. 15.

zieht sich auf *Stylonychia Mytilus*, welche ausser den Embryonen sehr häufig auch die von WEISSE unter dem Namen *Orcula* beschriebenen¹ zierlichen, kurzgestielten und mit fünf ringförmigen Kämme versehenen Cysten enthält, von welchen CIENKOWSKI nachwies, dass es nichts weiter, als Cysten der *Podophrya fixa* sind,² welche Beobachtung durch STEIN, der diese Cysten früher zur Acinetenform der *Vorticella microstoma* rechnete, endgiltig bestätigt wurde.³

Gestützt auf die angeführten Forschungsergebnisse hat STEIN, wie bereits erwähnt, seine in der ursprünglichen Form verworfene Acineten-Theorie dahin modificirt, dass die Acinetinen nichts weiter, als aus den acinetenförmigen Embryonen verschiedener Infusorien hervorgegangenen *Ammen* seien, von deren Schwärmsprösslingen er eine Metamorphose in Ciliaten, welche mit Mund versehen sind, voraussetzte. Nachdem sich diese Annahme — wie ich bereits erwähnte — bei näherer Untersuchung für unbegründet erwies, verwarf STEIN seine Jahre lang vertheidigte Lieblingstheorie endgiltig, und anerkannte selbst die Selbständigkeit der Acinetinen, welche mit den mit Mund versehenen Ciliaten in keinerlei genetischem Zusammenhang stehen. Es ist leicht einzusehen, dass STEIN mit der endgiltigen Verwerfung seiner Acinetentheorie gleichzeitig auch seiner Embryonen-Theorie die Grundlage entzog; denn wenn die Acinetinen in der That selbständige und mit den mit Mund versehenen Ciliaten in keinerlei genetischem Zusammenhang stehende Organismen sind, so können auch die nach den STEIN'schen Untersuchungen sich in Acinetinen verwandelnden, in dieser Form fortlebenden und sich vermehrenden Embryonen unmöglich denjenigen Infusorien angehören, in welchen sie sich entwickelten. Mit dem Verwerfen der Acineten-Theorie fiel demnach auch die Embryonen-Theorie von selbst in Trümmer, und wenn STEIN die letztere trotzdem aufrecht hält, so kann er sich lediglich darauf stützen, dass die Embryonen als Producte der geschlechtlichen Fortpflanzung der Ciliaten aufzufassen sind, welche sich aus einem zweifellos dem mütterlichen Ciliaten angehörigen Organ, aus dem mit dem Werth eines *Keim-*

stocks (STEIN, *embryogène* CLAPARÈDE und LACHMANN) versehenen Kern entwickelt haben.

Auch BALBIANI hielt — wie erwähnt — nach seinen ersten Untersuchungen die sich in *Paramecium Bursaria* entwickelnden acinetenförmigen Embryonen für echte Embryonen der Paramecien, erhielt aber im weiteren Verlauf seiner Forschungen die Gewissheit, dass die fraglichen Embryonen in die Paramecien von Aussen eingewandert, und mit den von CLAPARÈDE und LACHMANN unter dem Namen *Sphaerophrya pusilla* beschriebenen kleinen Acinetinen¹ identisch seien.* Die vollkommene Uebereinstimmung dieser Acinetinen mit den acinetinenförmigen Embryonen war bereits CLAPARÈDE und LACHMANN aufgefallen,² gleichzeitig aber auch der Umstand, dass dieselben sich an andere Ciliaten anheften und diese aussaugen. Zur Erklärung dieser Beobachtungen sind die Autoren der «Études» zur Annahme geneigt, dass die von ihnen unter dem Namen *Sphaerophrya pusilla* beschriebenen Acinetinen nichts weiter, als Embryonen der mit diesen zusammen lebenden Infusorien wären; darin, dass Embryonen die eigenen Eltern aussaugen, erblicken sie nichts Unmögliches.³

Ganz anders ist das Bild, welches die Untersuchungen von BALBIANI⁴ liefern! Nach diesem Forscher saugen sich die Sphaerophryen an fremde Ciliaten an und dringen in diese ein, wobei sie deren Cuticula, gleich einem umgestülpten Handschuhfinger, mit sich nach einwärts drängen und zu einem

¹ Etudes. II. 385.

* *Sphaerophrya pusilla* scheint nur durch ihre kleinere Gestalt von der ungestielten Form von *Podophrya fixa* verschieden («Les Sphaerophrya sont des Podophryes libres et non pédicellées.» CLAP. et LACHM. Et. II. 385.), in welche auch STEIN die acinetenförmigen Embryonen übergehen sah. Diese zwei Gattungen wären unbedingt zu vereinigen, und es wäre, meines Erachtens, hierbei die Prioritätsfrage ganz ausser Acht zu lassen, und der Name *Podophrya fixa* — ein *lucus a non lucendo* — welcher auf diese, weder stets gestielte (also nicht *Podophrya*!), noch immer fixirte (also nicht *fixa*!) überaus gemeine Acinetine ganz und gar nicht passt, endgiltig fallen zu lassen und mit *Sphaerophrya libera* zu ersetzen, welcher Species-Name für die Bezeichnung der ungestielten Form von *Podophrya fixa* ohnedies schon in Gebrauch steht. Vorausgesetzt, dass — wie sehr wahrscheinlich — *Sphaerophrya pusilla* blos durch ihre kleinere Gestalt von *Sph. libera* verschieden ist, wären auch die letzteren zwei Arten zu vereinigen.

² Etudes. III. 106.

³ Ibidem.

⁴ Cfr. diss. cit.

¹ ENGELMANN, diss. cit 17.

² Bemerkungen über STEIN's Acineten-Lehre. Mélanges biologiques tirés du Bulet. de l'Acad. de St. Pétersbourg. II. (1855) 263—72. — Vgl. STEIN, Der Org. I. 48.

³ Der Org., loc. cit.

Täschchen ausdehnen. Die auf diese Weise in die Wirthe eingedrungenen Sphaerophryen sind nichts anderes als die STEIN'schen Embryonalkugeln, welche sich auf die von STEIN genau studirte Weise fortpflanzen; die Theilungssprosslinge aber gelangen schliesslich durch den röhrenartigen Theil des eingestülpten Cuticular-Divertikels, den Geburtsgang und die Geburtsöffnung als «acinetenförmige Embryonen» ins Freie.

Als triftiges Argument für die Richtigkeit seiner Ansicht wird von BALBIANI die Beobachtung angeführt, dass die Ciliaten, welche die angeblichen Embryonen enthalten, mit diesen auch andere Ciliaten zu inficiren vermögen; er brachte zu einer grösseren Anzahl von *Paramecium Aurelia*, welche keine Embryonen enthielten, einige Exemplare mit Embryonen, und fand bereits nach vier Tagenn ahezu sämtliche Paramecien mit Embryonen inficirt.¹

Eine mit der BALBIANI'schen übereinstimmende Anschauung hat auch CARTER geäussert, ohne jedoch neuere Beweise Anzuführen.²

Im selben Sinn äusserte sich auch MECZNIKOW, der gleichfalls die *Sphaerophrya pusilla* in *Paramecium Aurelia* eindringen, hier sich vermehren, und deren Theilungssprosslinge als acinetenförmige Embryonen auswandern sah.³

Allen angeführten Beobachtungen gegenüber hat STEIN seine Embryonen-Theorie aufrechtgehalten und mit dem Vollgewicht seiner wissenschaftlichen Autorität vertheidigt,⁴ obgleich dieselbe durch die beinahe gleichzeitig veröffentlichten neueren Untersuchungen von BÜTSCHLI⁵ und von ENGELMANN⁶ endgiltig widerlegt, die Richtigkeit der BALBIANI'schen Anschauung aber erwiesen wurde. Dem Auftreten ENGELMANN's muss ein um so grösseres Gewicht beigemessen werden, da, wie oben erwähnt, gerade er es war, der auf Grund älterer Untersuchungen die STEIN'sche Lehre am entschiedensten unterstützte.

Von BÜTSCHLI wurde bei *Stylonychia Mytilus*, *Pa-*

ramecium Bursaria u. *P. Aurelia* auf Grund lückenloser Beobachtungsreihen und von Infectionsversuchen nachgewiesen, dass die angeblichen acinetenförmigen Embryonen in der That nichts weiter als parasitische *Sphaerophryen* sind; ferner wurde durch ihn hinsichtlich der Paramecien die Richtigkeit auch jener Behauptung von BALBIANI bestätigt, dass die Embryonalkugeln und Embryonen enthaltenden Schläuche der eingestülpten Cuticula des Wirthes entsprechen.¹

Anderseits lieferte ENGELMANN, gleichfalls auf Grund lückenloser Beobachtungsreihen, den Nachweis, dass die der Tentakeln entbehrenden peritrichen Embryonen von *Vorticella microstoma* aus einer Vorticelle in die andere hinüberwandern, dass also die Embryonen-Epidemie, gleich einer contagiösen Krankheit, durch gegenseitige Ansteckung sich ausbreitet.²

Von STEIN wurde, wie wir bereits erwähnten, behauptet, dass sich die Embryonalkugeln aus den Kernen entwickeln; dem gegenüber bewies ENGELMANN durch Zusammenstellung der bisherigen Beobachtungen, dass die Fälle, in welchen neben den Embryonalkugeln unveränderte Kerne gefunden wurden, nicht nur relativ, sondern überhaupt sehr zahlreich sind; ferner, dass in allen den höchst zahlreichen Fällen, in welchen blos eine einzige Embryonalkugel vorhanden war, also in den mit grosser Wahrscheinlichkeit eher sehr frühen als sehr späten Zuständen, die Kerne ohne Ausnahme normal befunden wurden.³

Wir erwähnten ferner, dass STEIN eine Entwicklung der Embryonen aus den Stücken der während oder nach der Conjugation sich theilenden Kerne, d. i. aus den von ihm als Keimkugeln, von BALBIANI als Eier bezeichneten Gebilden annimmt. Dass dies nicht richtig ist, soll weiter unten eingehend besprochen werden.

Gegen die Embryonen-Theorie spricht ferner der Umstand, auf welchen BALBIANI bereits vor ENGELMANN, bei der Beschreibung von *Didinium nasutum*⁴ aufmerksam machte, dass nämlich eine gleichzeitige Embryonenbildung und Theilung an denselben Infusorien bereits wiederholt beobachtet wurde; diese

¹ Note sur un cas de parasitisme etc. CR. T. 51. (1860) 319.

² Notes and Corrections on the Org. of Infusoria. Ann. and Mag. of. Nat. Hist. III. Ser. VIII. (1861) 288. Vgl. BÜTSCHLI, Studien etc. 345.

³ Ueber die Gattung Sphaerophrya. AAP. (1864) 258.

⁴ Der Org. II. 50—55.

⁵ Studien etc. 343.

⁶ Ueber Entwicklung und Fortpflanzung von Infusorien. MJ. I. (1876) 584.

¹ Op. cit. 354.

² Diss. cit. 593.

³ Diss. cit. 588.

⁴ Sur le *Didinium nasutum*, Stein. Archives de Zoologie expérimentale. II. No. 3. Juli 1873. 390.

Beobachtung machten CLAPARÈDE und LACHMANN an zwei Exemplaren von *Stentor Roesilii*,¹ STEIN zweimal an *Vorticella microstoma*,² ENGELMANN an derselben³ und BALBIANI an *Didinium nasutum*.⁴ Wenn man erwägt, dass ein gleichzeitiger Ablauf zweier verschiedener Fortpflanzungsarten bei anderen Organismen gänzlich unbekannt und kaum vorzustellen ist: so muss auch dieser eine Umstand für einen triftigen Grund gegen die Embryonen-Theorie gehalten werden.

Unter den, den Angeführten gegenüber von STEIN vorgebrachten Argumenten können blos drei in Erwägung gezogen werden: 1) die constante Stelle der Geburtsöffnung bei *Stylonychia Mytilus* unter dem linksseitigen Rand des Peristoms; 2) die Thatsache, dass die Embryonalkugeln nicht verdaut werden; 3) der auffallende Umstand, dass die, nach der Bewimperung zu schliessen, scheinbar verschiedenen Arten angehörigen parasitischen Sphaerophryen* gerade nur bestimmte Arten von Ciliaten befallen, während andere mit letzteren beisammen lebende und denselben häufig sehr nahe stehende Arten von ihrem Angriff verschont bleiben.

Für den ersten Punkt gibt ENGELMANN die folgende, eben so einfache als befriedigende Erklärung: «Sphaerophrya ist ein sehr kleines leichtes Wesen, das in der Regel nur passiv und zwar sehr leicht in Bewegung gebracht wird. Sobald eine Stylonychia in ihre Nähe kommt, wird der Strudel, den die äusserst kräftige adorale Spirale dieses Thieres producirt, die Sphaerophrya erfassen und nach dem Mund zu treiben. Wenn sie durch diesen nicht eindringt, wird sie sich im Peristomwinkel mit ihren Tentakeln festhalten und unter dem beständigen Druck des nach hinten gerichteten Wasserstroms ein wenig nach hinten rücken können, wo sie sich dann in den Körper einbohrt. Hier bleibt sie liegen. Die Eintrittsöffnung wird sich wieder schliessen können. Geschieht dies, so wird doch die Körperwand der Stylonychia an dieser Stelle voraussichtlich leichter verletzlich bleiben und somit von den aus dem Innern andrängenden «Embryonen» leichter als an anderen Stellen

wieder durchbohrt werden. Uebrigens muss bemerkt werden, dass in einigen Fällen von BALBIANI und mir mehr als nur eine «Geburtsöffnung», und darunter eine oder mehrere an der Rückenfläche von Stylonychia gefunden wurden.»¹

Was den zweiten Einwand, nämlich das Nichtverdautwerden der Embryonen durch ihre Wirthe betrifft, möge genügen blos darauf hinzuweisen, dass auch gewisse parasitische Insectenlarven und Würmer durch ihre Wirthe nicht verdaut werden, trotzdem sie sich in deren Magen aufhalten; es wäre ja wohl auch berechtigt zu fragen, warum z. B. die Gastruslarven durch das Pferd, die Physaloptera clausa durch den Igel oder das Distomum megastomum durch das Wiesel, und viele andere sich im Magen aufhaltende Parasiten durch die betreffenden Wirthe nicht verdaut werden? Ueberhaupt sieht man sich bei parasitischen Organismen so vielen anderen der Lösung harrenden biologischen Räthseln gegenüber,* dass obiger Einwand gegen die parasitische Natur gänzlich übergangen werden kann. Anderseits aber kann, wenigstens bei den *Paramecien*, das Nichtverdautwerden auf einen sehr einfachen Grund zurückgeführt werden, wenn man bedenkt, dass bei diesen die eingedrungenen Sphaerophryen, nach BALBIANI und BÜRSCHLI, von einem durch die Cuticula des Wirthes gebildeten Schlauch umschlossen sind, und es ist nicht unwahrscheinlich, dass die Embryonalkugeln auch bei anderen Ciliaten von einer zu dem nicht verdauenden Ectoplasma des Wirthes gehörigen Schicht umhüllt werden.

Dem dritten Einwand endlich kann als Gegenfrage vorgehalten werden: warum denn gerade die parasitischen Sphaerophryen ihre Wirthe sich nicht auswählen sollten, wenn das auch andere Parasiten thun? Sie sollen es um so mehr, als nach ENGELMANN auch die frei lebenden Acinetinen in der Beute wählerisch sind. Anderseits könnte obiger Einwand auch gegen die Embryonen-Theorie zu Feld geführt werden, da es gar nicht einzusehen ist, warum

¹ Etudes. III. 190.

² Der Org. II. 118.

³ Diss. cit. 596.

⁴ Diss. cit. loc. cit.

* Für die kleinen, tentakellosen peritrichen «Embryonen» der Vorticellinen wurde von ENGELMANN der Gattungsname *Endosphaera* vorgeschlagen (Diss. cit. 601.).

¹ Diss. cit. 599.

* Beispielsweise, um nichts anderes vorzubringen: auf welche Weise athmen die im Pferdema gen lebenden Gastrus-Larven? Oder woran liegt es, dass die in der Harnblase der Tritonen schmarotzende *Trochadina Pediculus* durch den Harn nicht getödtet wird, während für die auf der Oberfläche derselben Tritonen lebenden, zur selben Art gehörigen Trichodinen schon ein Tropfen Harn ein tödtliches Gift abgibt?

manche der mit Mund versehenen Ciliaten ausser durch Theilung und äussere Knospenbildung auch durch innere Embryonen sich fortpflanzen, während sich in ihren nächsten Verwandten niemals Embryonen entwickeln? So sind die Embryonen z. B. bei *Stylonychia Mytilus* sehr häufig, während bei der eben so gemeinen *Stylonychia pustulata* und *S. Histrio* weder von STEIN, noch von anderen Forschern jemals beobachtet wurde, dass sich aus den durch Theilung der Kerne gebildeten Keimkugeln Embryonalkugeln entwickelt hätten.¹

Alles zusammengefasst muss die Lehre von den Embryonen, in der von STEIN ausgeführten Form, für widerlegt angesehen werden; gegenüber der Lehre von der parasitischen Natur der Embryonen könnte nur noch an die eine Möglichkeit gedacht werden, dass die «Embryonen» sowohl Embryonen als auch Parasiten wären. «In der That ist es denkbar, sagt ENGELMANN, dass sie sich zunächst als Embryonen der Arten, in welchen sie wohnen, entwickeln, nach dem Verlassen des Mutterthieres aber in ein anderes Individuum derselben Art eindringen, um in diesem, das dann das Amt einer echten Amme erfüllen würde, weiter zu wachsen und auf ungeschlechtlichem Wege Junge zu produciren. Diese würden dann ihrerseits in neue Individuen einwandern, und nachdem sich dieser Process öfter wiederholt hätte, würde die letzte Generation zur Form des Mutterthieres zurückkehren.»²

Diese durch keinerlei bekannte Analogieen gestützte Ansicht erscheint schon a priori sehr unwahrscheinlich, und wird auch von ENGELMANN dafür gehalten, kann jedoch — in Erwägung dessen, dass die Möglichkeit irgend eines genetischen Zusammenhanges zwischen den mit Mund versehenen Ciliaten und den Acinetinen nicht ausgeschlossen ist — nicht für absolut unmöglich erklärt werden.

Ich muss an dieser Stelle noch der sogenannten monadenförmigen Embryonen mancher Ciliaten, ferner der Embryonen der *Dicyemiden* gedenken.

Die ersteren wurden, wie oben erwähnt, von STEIN an encystirten Individuen von *Vorticella microstoma* entdeckt;³ ganz Uebereinstimmende sah CIENKOWSKI in gleichfalls encystirten Individuen von

*Nassula ambigua*¹ und später abermals STEIN in den Cysten von *Stylonychia pustulata* sich entwickeln.²

Im Plasma dieser encystirten Ciliaten entstehen einige kugelige oder birnförmige Schläuche, welche mit einem an deren Oberfläche sprossenden, flaschenhalsförmigen Fortsatz die Infusoriencysten durchbrechen, um die in den Schläuchen entwickelten kleinen, nierenförmigen, mit Geisseln versehenen Schwärmer ins Freie gelangen zu lassen; letztere sind vor dem Auseinanderschwärmen, wie die Schwärmer gewisser Saprolegnien, von einer zarten gallertigen Blase umschlossen. Bereits im Jahre 1857 wurde von COHN auf die grosse Uebereinstimmung dieser Gebilde mit dem in Algenzellen schmarotzenden *Chytridium endogenum* aufmerksam gemacht,³ und später schloss sich auch STEIN der gewiss richtigen Auffassung an, wonach die monadenförmigen Embryonen eigentlich Parasiten sind.⁴

Was endlich die in den Nieren (Venenanhängen) der Cephalopoden schmarotzenden *Dicyemiden* betrifft, so sind die im Inneren der letzteren sich entwickelnden Embryonen in der That solche; allein diese Organismen sind, wie die Untersuchungen von EDUARD VAN BENEDEN beweisen,⁵ aus Zellen aufgebaut und haben demnach mit den *Opalinen*, welchen sie durch CLAPARÈDE und LACHMANN angereicht wurden,⁶ und mit den Ciliaten überhaupt nichts gemein.

B) Conjugation.

Verlauf, Wesen und Bedeutung der Conjugation (Zygoose) der Ciliaten.

Gleich am Anfang dieser Arbeit bot sich mir Gelegenheit zu erwähnen, dass bereits der Entdecker der unsichtbaren Welt, LEEUWENHOEK, paarweise vereinigte Infusorien beobachtete und von denselben vermuthete, dass sie sich zur Begattung (coitus) vereinigt haben; die nämliche Deutung erhielten die der Länge nach an einander geschmiegtten Ciliaten

¹ Der Org. II. 86.

² Diss. cit. 602.

³ Die Infus. 194. 203.

¹ Ueber Cystenbildung der Infusorien. ZWZ. VI. (1855) 303.

² Der Org. I. 165.

Ueber Fortpflanzung von *Nassula elegans*. ZWZ. IX. (1857) 145.

⁴ Der Org. I. 105.

⁵ Recherches sur les Dicyemides, survivants actuels d'un embranchement des Mésozoaires. Bullet. de l'Acad. royale de Belgique. 1876.

⁶ Etudes. III. 201.

VON JOELOT, BAKER UND GLEICHEN; dagegen meinten andere Forscher in diesen Paaren in Theilung begriffene Individuen erkennen zu dürfen.

Mit aller Entschiedenheit wurde endlich von O. FR. MÜLLER behauptet, dass bei *Paramecium Aurelia* ausser der Theilung auch eine wahrhaftige Begattung oder Copulation («vera copula») stattfindet.

EHRENBERG, DUJARDIN und deren Zeitgenossen erklärten diese älteren Angaben über Conjugation sämmtlich für falsch, und die Ansicht, dass sich die Ciliaten durch Quer- und Längstheilung fortpflanzen, und dass auch die in der Richtung der Längsachsen an einander geschmiegtten Paare nicht in Conjugation, sondern in Theilung begriffen sind, hielt sich hartnäckig bis in die jüngste Zeit. Wohl entdeckte STEIN bereits im Jahre 1849 die Conjugation von *Podophrya fixa*,¹ und bewiesen CLAPARÈDE und LACHMANN das häufige Vorkommen der mit Copulation endigenden Conjugation bei *Podophrya Pyrum*, *P. quadripartita* und *Acincta mystacina*,² sowie bei *Vorticella microstoma*, *Carchesium polypinum* und *Epistylis brevipes*;³ alldas blieb aber auf die Aenderung der Ansichten über die Längstheilung vorläufig ohne Einfluss.

BALBIANI gebührt das grosse Verdienst, nachgewiesen zu haben, dass der so lange Zeit hindurch allgemein für Längstheilung gedeutete Process eigentlich einer Conjugation entspricht, und dass der letzteren im Leben der Ciliaten eine Rolle von bisher nicht geahnter Wichtigkeit zukommt.⁴

STEIN, der eine Zeit lang noch zögerte, sich der BALBIANI'schen Auffassung anzuschliessen und im ersten Theil seiner Monographie diesen Process, der BALBIANI'schen Lehre gegenüber, noch als Längstheilung betrachtete,⁵ änderte nach fortgesetzten Untersuchungen alsbald seine Ansicht,⁶ und acceptirte die

BALBIANI'sche Lehre — insofern diese den für eine Längstheilung gehaltenen Process als Conjugation deutet — entschieden. Weiter hinaus stimmt aber STEIN mit BALBIANI blos noch darin überein, dass mit der Conjugation auch nach ihm eine Art geschlechtlicher Fortpflanzung ihren Anfang nimmt, sowie dass auch er in den Kernen und Nucleolen weibliche und männliche Sexualdrüsen erblickt. Im Uebrigen, namentlich was die an den Kerngebilden der conjugirten Infusorien während und nach der Conjugation stattfindenden Veränderungen betrifft, geht die Auffassung beider Forscher weit auseinander, und STEIN weicht von BALBIANI auch bezüglich des wichtigsten Punktes, nämlich des Endergebnisses der durch die Conjugation eingeleiteten sexuellen Fortpflanzung wesentlich ab. Während nämlich nach BALBIANI die durch die in den Nucleolen gebildeten Samenfäden befruchteten Kernpartieen als *Eier* entleert werden: werden nach STEIN die Kerne selbst befruchtet, aus den Kernpartieen aber die bereits erwähnten *Keimkügelchen* gebildet, welche, zu *Embryonalkügelchen* geworden, durch Theilung die im vorigen Kapitel ausführlich behandelten *Embryonen* erzeugen.

In dem von CLAPARÈDE im Jahre 1860 zum dritten Theil der «Études» geschriebenen Anhang¹ wird die Richtigkeit der BALBIANI'schen Entdeckung, dass die der Länge nachaneinander geschmiegtten Ciliaten nicht in Theilung, sondern in Conjugation begriffen sind, gleichfalls bestätigt.

Durch die Untersuchungen anderer Forscher, in erster Reihe ENGELMANN's,² KÖLLIKER's³ ferner BÜTSCHLI's,⁴ sowie durch die neueren Untersuchungen von ENGELMANN⁵ wurde endlich die Existenz des Conjugationsprocesses bei den Infusorien über jeden Zweifel erhoben. Die hochwichtigen Untersuchungen der letztgenannten zwei Forscher ergaben ferner, dass die auch über den Kreis der Specialfor-

¹ Die Infus. 147.

² Études. III. 123—129.

³ LACHMANN, Ueber die Organisation der Infusorien. AAP. (1856) 396. — Études. III. 229—233.

⁴ Sur l'existence d'une génération sexuelle chez les Infusoires. CR. Tom 46. 628. — Recherches sur les organes générateurs et la reproduction des Infusoires dites polygastriques. CR. T. 47. 383. — Ferner sein Hauptwerk: Recherches sur les phénomènes sexuels des Infusoires. Extr. du Journ. de la Physiologie. Nos Januar bis October 1861.

⁵ Der Org. I. 99.

⁶ Vgl. ENGELMANN, Zur Naturgesch. der Infusorien.

ZWZ. XI. (1861) Separatabdr. 2. Anmerk. (a). — Ferner: STEIN, Ueber die Hauptergebnisse der neueren Infusorienforschungen. Wien (1863) 22. — Endlich: Der Org. II. 68.

¹ 264.

² Zur Naturgesch. d. Infus. ZWZ. XI. (1861) 347.

³ Icones histiologicae. I. Abth. (1864) 17.

⁴ Einiges über Infusorien. AMA. IX. (1873) 657. — Vorläufige Mittheilung einiger Resultate von Studien über die Conjugation der Infusorien und die Zellentheilung. ZWZ. XXV. (1875) 426. — Ferner: Studien über etc. Abh. d. Senckenberg. Naturf. Gesellsch. X. (1876) 262—452.

⁵ Ueber Entwicklung und Fortpflanzung von Infusorien. MJ. I (1876) 582—634.

schers hinaus mit mehr als alltäglicher Sensation aufgenommene Entdeckung, dass bei den Infusorien ausser der ungeschlechtlichen Fortpflanzung auch noch eine mit der Conjugation, also einer Art Begattung beginnende wahre geschlechtliche Fortpflanzung existirt, bei welcher Hoden und Ovarien, Samenfäden und Eier resp. Embryonen eine Rolle spielen: auf einer irrthümlichen Auslegung richtiger, zum Theil sogar sehr genauer Beobachtungen beruht, — wozu es natürlich einer Controle der bahnbrechenden Forschungen durch neuere, ohne alle Voreingenommenheit ausgeführte Untersuchungen und einer Beleuchtung derselben von verschiedenen Seiten bedurfte.

Die Conjugation der Infusorien ist auch heutiges Tages noch nicht in allen Details hinlänglich befriedigend bekannt; so viel ist aber gewiss, dass dieselbe weder zu der von BALBIANI, noch auch zu der von STEIN entwickelten geschlechtlichen Fortpflanzung, nämlich zur Entwicklung von Eiern und Embryonen führt.

Im Interesse einer leichteren Uebersicht scheint mir das Eintheilen des Gegenstandes in mehrere Abschnitte geboten.

Arten der Conjugation, äusserliche Veränderungen der conjugirten Paare, Dauer der Conjugation.

In der Regel erfolgt die Conjugation zwischen zwei Individuen; nur selten werden drei Individuen in Conjugation angetroffen. Eine für longitudinale Dreitheilung gedeutete Conjugation dreier Individuen des *Paramecium Bursaria* wurde von COHN,¹ sowie von ENGELMANN,² drei und mehr conjugirte Individuen der *Vorticella microstoma* wurden von CLAPARÈDE und LACHMANN,³ endlich zu dreien conjugirte Individuen des *Paramecium Aurelia* und der *Amphilepten* von STEIN⁴ erwähnt.

Für die Art der Conjugation und die gegenseitige Lage der conjugirten Paare ist die Lage des Mundes und die Beschaffenheit seiner Umgebung von grösstem Einfluss.⁵ Unter den mundlosen Ciliaten ist die Conjugation nach den Untersuchungen von STEIN, sowie von CLAPARÈDE und LACHMANN bloss bei einigen

Acinetinen (*Podophrya fixa*, *P. Pyrum*, *P. Quadrupartita*, *Acineta mystacina*, *A. Lemnarum*, *A. Phryganearum*) bekannt, bei welchen — in Uebereinstimmung damit, dass sie keinen Mund haben — die Conjugation an jeder beliebigen Stelle der Körperoberfläche stattfinden kann: entweder schmiegen sich die Paare in seitlicher Lage mit parallelen oder einander unter einem spitzigen Winkel kreuzenden Längsachsen an einander, oder die Conjugation erfolgt mit dem Scheitelpol.

Bei den mit Mund versehenen Infusorien unterscheidet STEIN drei Conjugationsarten, nämlich: die *terminale*, *ventrale* und *laterale* Conjugation.¹

Die terminale Conjugation ist für alle Infusorien mit terminalem Mund charakteristisch; hierher gehören z. B. die Gattungen *Didinium*, *Mesodinium*, *Enchelys*, *Enchelyodon*, *Phialina*, *Lacrymaria*, *Holophrya* und *Coleps*. Diese Infusorien saugen sich gleichsam Mund an Mund an, und sind in Folge dessen während der Conjugation unfähig, Nahrung aufzunehmen; dabei steht der Körperinhalt beider Individuen in freier Communication. Da die in dieser Weise conjugirten Individuen in der Regel in einer geraden Linie hinter einander gelegen sind, so kann die *Syzygie** auf den ersten Blick leicht mit einem vorgerückten Stadium der Quertheilung verwechselt werden.

Bei den Ciliaten mit seitlichem Mund erfolgt die Conjugation entweder ventral oder lateral; jedoch ist zu bemerken, dass die Conjugationsart selbst bei sehr nahe verwandten Ciliaten, z. B. *Euplotinen* und *Oxytrichinen* wesentlich verschieden sein kann; ja selbst bei der nämlichen Art ist die Syzygie nicht immer dieselbe.

Bei der ventralen Conjugation schmiegen sich die Paare mit der Ventralseite an einander, sind aber in einem späteren Stadium der Conjugation nicht der ganzen Länge nach dicht an einander gelagert, sondern bloss mit den vorderen Körperenden, während die hinteren frei bleiben und mehr-weniger abstehen. Auch die Verwachsung ist auf die unmittelbar sich berührenden äusseren Theile des Peristoms beschränkt, wodurch ein zum Mund führender enger Spalt frei bleibt. Diese Syzygie kommt bei *Styloplotes* und bei den

¹ Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Inf. ZWZ. III. (1851) 271.

² Zur Naturgesch. ZWZ. XI. (1861) Sep. p. 2.

³ Etudes. III. 230.

⁴ Der Org. II. 76.

⁵ STEIN, Der Org. II. 67.

¹ Der Org. II. 68.

* Mit *Syzygie* wollen wir die conjugirten Paare bezeichnen, ohne Rücksicht darauf, ob sie sich später wieder trennen, oder gänzlich verschmelzen.

Parameccien vor. Bei den mit gut entwickeltem Peristom versehenen *Heterotrichen* erfolgt die Conjugation mit den Peristomfeldern, welche in verschiedener Ausdehnung verschmelzen, während die frei bleibenden Körperteile beider Individuen mehr-weniger absteilen. Die *Euplotinen* schieben sich blos mit einer kleinen Fläche des vorderen linken Randes ihrer Ventralseite auf einander, auf welche sich auch die Verwachsung beschränkt, während ihre übrigen Körperteile ganz frei bleiben. Auch zahlreiche peristomlose Holotrichen conjugiren sich blos mit einem kleinen seitlichen Theil ihrer Ventralseite. Die Gattungen *Amphileptus* und *Trachelius* conjugiren sich mit der ganzen Ventralfläche ihres rüsselförmig gestreckten vorderen Körperteiles.

Bei der lateralen Conjugation legen sich die Paare einfach neben einander und conjugiren sich mit den sich berührenden, infolge der Lage selbstverständlich heterogenen (rechts- und linksseitigen) Rändern der vorderen Körperenden. Dabei geschieht es häufig, dass das eine Individuum mit seinem vorderen Körperperrand unter das andere gleitet, und dass sich das eine Individuum mit dem rechten Rand seiner Dorsal-seite, das andere aber mit dem linken Rand seiner Ventralseite mit seinem Paare verbindet. Nach erfolgter Conjugation kann dann das eine Individuum mehr-weniger unter das andere gleiten, so dass das mit dem Bauchrand Conjugirte gleichsam auf dem mit dem Rückenrand Conjugirten reitet; oder die zwei Individuen können nachträglich auch die Ventralfläche einander zukehren, indem dieselben sich in der Richtung der Längsachse einander zuwenden, wo dann die Syzygie leicht für eine ventrale könnte gehalten werden. Diese Art Syzygie ist für Infusorien mit abgeplattetem Leib, namentlich für die *Chlamy-dodonten*, die Gattung *Litonatus*, die *Aspidiscinen* und *Oxytrichinen* charakteristisch.

Bei den *Vorticellinen* sind zwei verschiedene Arten von Conjugation, nämlich eine ventrale — richtiger laterale — und eine knospenförmige bekannt.

Die erstere Conjugationsart wurde von CLAPARÈDE und LACHMANN¹ bei *Vorticella microstoma*, *Carchesium polypinum* und *Epistylis crassicolis* entdeckt, und deren Vorkommen von STEIN² für *Vorticella microstoma* und *V. Campanula*, von BÜTSCHLI³ aber

für *V. nebulifera* bestätigt. CLAPARÈDE und LACHMANN haben diese Conjugationsart nur bei gestielten Vorticellinen beobachtet, bei welchen sich zwei, bei *V. microstoma* zuweilen drei Individuen mit den Seitenflächen conjugiren, worauf die Individuen der Syzygie, von den citirten Autoren *Zygozoiten* genannt, hintere Cilienkränze erhalten, sich von ihren Stielen loslösen und frei herumschwärmen; später verschmelzen sie zu einem einzigen grossen Individuum, welches sich schliesslich wieder niederlässt. Den nämlichen, mit einer vollständigen Copulation endigenden Conjugationsprocess hat STEIN blos an den mit hinteren Cilienkränzen frei schwärmenden Individuen von *Vorticella Campanula* beobachtet.

Viel häufiger wird bei den Vorticellinen die von STEIN entdeckte und als *knospenförmige Conjugation*¹ bezeichnete Conjugationsart beobachtet. Die nähere Kenntniss dieser Conjugationsart haben wir, ausser STEIN, der dieselbe bei überaus zahlreichen Vorticellinen beobachtete, den Untersuchungen von GREEFF,² EVERTS,³ BALBIANI,⁴ BÜTSCHLI⁵ und ENGELMANN⁶ zu verdanken.

Bereits bei der Besprechung der Fortpflanzung der Ciliaten durch Knospenbildung that ich der wichtigen Entdeckung von STEIN Erwähnung, wonach die am Basaltheil oder an der Seite des Leibes der Vorticellinen sehr häufigen kleinen knospenartigen Individuen, welche seit SPALLANZANI für echte Sprösslinge angesehen wurden, sich eigentlich in Conjugation mit den grösseren Individuen befinden. Bei dieser Art der Conjugation sucht ein, mittelst des hinteren Cilienkranzes frei schwärmendes kleineres Individuum (*Kleinsprössling*, *Mikrogonidie* STEIN)⁷ das auf dem Stiel sitzende grössere Individuum (*Makrogonidie*)⁸ auf, um sich mit seinem den Wimperkranz tragenden Körperpol auf letzteres seitlich, meist in der mittleren Körpergegend oder unterhalb, selten oberhalb dieser gleichsam aufzupropfen und schliesslich mit demselben zu verschmelzen, richtiger in die Makrogonidie

¹ Der Org. II. 73.

² Untersuch. üb. die Naturgesch. d. Vorticellen. AN. 37. Jahrg. I. (1871) 206.

³ Untersuch. an Vort. nebulifera. ZWZ. XXIII. (1873) 608.

⁴ Sur la génération sexuelle des Vorticellins. RC. Tome 81. (1875) 676.

⁵ Studien. 338. 445.

⁶ Ueber Entwicklung etc. MJ. I. (1876) 621.

⁷ Der Org. II. 137.

⁸ ENGELMANN, diss. cit. 632.

¹ LACHMANN, Ueber die Organisation etc. AAP. (1856) 396. — Etudes. III. 229—233.

² Der Org. II. 73. 112.

³ Studien. 451.

einzuschmelzen. Da von den Veränderungen, welche an den Kerngebilden der in knospenförmiger Conjugation befindlichen Individuen vor sich gehen, weiter unten die Rede sein soll, so will ich hier blos soviel erwähnen, dass die Mikrogonidien entweder ganz in die Makrogonidien aufgehen, oder dass deren leere, geschrumpfte, runzlige oder mit stachelartigen Auswüchsen besetzte Cuticula zurückbleibt und schliesslich abgeworfen wird.

Bei der knospenförmigen Conjugation ist es Regel, dass sich blos eine Mikrogonidie auf die Makrogonidie aufpfropft; blos bei *Opercularia articulata* erwähnt STEIN zwei bis sechs aufgepfropfte Mikrogonidien, welche auf der Oberfläche der am Stiel sitzenden Opercularie ganz unregelmässig zerstreut waren.¹ Ich selbst habe bei *Epistylis branchiophila* nicht selten zwei aufgepfropfte Mikrogonidien beobachtet, die eine in der mittleren Leibesgegend, die andere am Glockensaum oder unmittelbar unterhalb dieses.

Wie es aus den Untersuchungen von STEIN, GREEFF und ENGELMANN bekannt ist, werden bei den Kolonien bildenden Vorticellinen, namentlich bei den Gattungen *Zoothamnion*, *Carchesium* und *Epistylis*, die Mikrogonidien von besonderen Individuen geliefert, welche sich durch rasch wiederholte Theilung in zierliche, aus vier bis acht kleinen Individuen bestehende Rosetten verwandeln; diese kleinen Sprösslinge erhalten hintere Cilienkränze und schwärmen nach dem Zerfall der Rosetten auseinander.

Bei *Epistylis plicatilis* machte ENGELMANN die interessante Beobachtung,² dass die Mikrogonidienbildung nicht gleichzeitig an allen Zweigen eines Bäumchens vor sich geht, sondern stets auf einer Seite beginnt und sich von hier aus nur allmähig auf die übrigen Theile verbreitet. Dem entsprechend werden dann auch die im Verlauf der knospenförmigen Conjugation auftretenden übrigen Veränderungen auf verschiedenen Zweiggebieten eines Bäumchens, zu verschiedenen Zeiten stattfinden. — Die constant aus vier Mikrogonidien bestehenden Rosetten sitzen stets um eine oder mehrere Körperlängen tiefer, also auf kürzeren Zweigen, als die Makrogonidien. Die auf einem Bäumchen nacheinander gebildeten Mikrogonidien erreichen insgesamt oder übertreffen sogar die Anzahl der Makrogonidien des-

selben Bäumchens. Die nicht länger als etwa $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Stunde schwärmenden Mikrogonidien schienen sich blos an solchen Makrogonidien festzusetzen, unterhalb welchen sich auf tiefer gelegenen Zweigen andere Mikrogonidien bereits gebildet haben, oder in Bildung begriffen waren, während alle anderen Individuen auf dem nämlichen oder auf anderen Bäumchen, welche noch keine Rosetten gebildet hatten, verschmährt blieben.

An den Bäumchen der Gattung *Opercularia* verläuft die Mikrogonidienbildung — soweit diese aus den Untersuchungen von STEIN über *Opercularia infusionum* bekannt ist¹ — in einer, von den Gattungen *Zoothamnion*, *Carchesium* und *Epistylis* verschiedenen Weise. Unter den sehr dünngestielten und blos aus wenigen Individuen bestehenden Stöcken von *Opercularia infusionum* fand STEIN wiederholt Exemplare, deren Stiel sich an der Spitze in zwei kurze, stark divergirende Gabeläste theilte, wovon der eine ein gewöhnliches ausgestrecktes Individuum von normaler Grösse trug, während der andere entweder mit einem sehr verkürzten, in der Längstheilung begriffenen Individuum, oder mit zwei freien ausgestreckten Theilungssprosslingen endigte, die noch nicht halb so gross waren, als ihr gleichartiger Gefährte. Er fand ferner Stöcke mit bereits nochmals getheilten kleinen Theilungssprosslingen, so dass der ganze Stock nun aus einem einzigen grossen Individuum und aus vier äusserst kleinen, auf besonderen Stielen sitzenden Individuen bestand; letztere waren bereits mit einem hinteren Wimperkranze versehen und entsprechen zweifelsohne zur knospenförmigen Conjugation bestimmten Mikrogonidien.

Auch bei der Gattung *Vorticella* kommt keine Rosettenbildung vor, sondern die Mikrogonidien entsprechen offenbar jenen kleineren Individuen, welche sich, wie bei der *Opercularia*, durch rasch wiederholte Theilung gewisser Individuen — wodurch die Nachkommenschaft successive an Grösse abnimmt — entwickeln; ich fand wenigstens bei *Vorticella microstoma* und *V. nebulifera* während der Dauer der knospenförmigen Conjugation stets auch viel kleinere Individuen, als die Normalen, deren Theilungssprosslinge ohne Zweifel Mikrogonidien lieferten.

ENGELMANN hat ferner, wie bereits oben erwähnt

¹ Der Org. II. 126.

² Ueber Entwicklung etc. MJ. I. (1876) 625.

¹ Der Org. II. 126.

wurde, bei *Vorticella microstoma* eine wahre Knospenbildung, sowie die Bestimmung der durch Knospung zu Stande gekommenen kleineren Individuen als zur knospenförmigen Conjugation dienender Mikrogonidien auch unmittelbar beobachtet.¹ — Dass aber dies bei den Vorticellen nicht der einzige Weg zur Mikrogonidienbildung sein kann, dass vielmehr jetztere sich auch durch einfache Theilung entwickeln, dafür spricht das, auch nach ENGELMANN seltene Vorkommen der Knospenbildung bei diesen Ciliaten.

Nach alldem, was über die Mikrogonidien der Vorticellinen bekannt ist, erleidet es kaum einen Zweifel, dass die kleinen Theilungssprosslinge auch der *Vaginicolen*, *Cothurnien* und *Lagenophryen*, deren wir bereits oben gedachten, ebenfalls zur knospenförmigen Conjugation bestimmt sind, und in der That ist es STEIN bei *Vaginicola crystallina* und *Lagenophrys Ampulla* gelungen, die knospenförmige Conjugation auch zu beobachten.²

Hinsichtlich des Zusammenhanges der conjugirten Paare ist BALBIANI — der bei den Ciliaten eigene Geschlechtsöffnungen, bei *Paramecium Aurelia* sogar auch Geschlechtsgänge unterscheidet, welche sich vor dem Mund in einer gemeinsamen Oeffnung vereinigen sollen³ — der Meinung, dass die Paare blos durch die Exsudation irgend einer glutinösen Substanz gleichsam aneinander geleimt werden.⁴ — Allein die von BALBIANI beschriebenen Geschlechtsöffnungen und Gänge sind — wie von STEIN nachgewiesen wurde⁵ — gewiss nicht vorhanden, und alle übrigen Forscher stimmen darin überein, dass die Ciliaten während der Syzygie in verschiedener Ausdehnung unmittelbar verwachsen, und dass mithin eine unmittelbare innige Communication zwischen beiden Individuen besteht. Bei der ventralen und lateralen Conjugation wird die Rindenschichte der Paare auf dem Conjugationsgebiet resorbirt; bei den mit dem Mundende conjugirten Infusorien steht das Leibesinnere auch ohne alle Resorption in unmittelbarer Communication.

Bei mehreren Ciliaten, so namentlich bei den *Euplotinen* und *Oxytrichinen* wurde von ENGEL-

MANN¹ und STEIN² während der Conjugation eine Rück- und Neubildung des Peristoms, ferner eine theilweise oder gänzliche Erneuerung des Wimpersystems beobachtet; ja, der Erneuerungsprocess kann sich so weit steigern, dass sich innerhalb der Syzygie zwei ganz neue junge Individuen von gedrungenerer Form anlegen. Nach BÜTSCHLI erfolgt an den Syzygien von *Colpidium Colpoda* und *Bursaria truncatella* eine vollständige Rückbildung des Peristoms, ja sogar des Mundes,³ welche nach beendigter Conjugation ohne Zweifel neu gebildet werden. — Diese Erneuerung des Wimpersystems und des Peristoms beschränkt sich höchst wahrscheinlich nicht auf die erwähnten Infusorien, nur ist sie nicht bei Allen so auffallend, wie bei den Angeführten.

Bei einem Theil der Ciliaten findet die Conjugation mit einem vollständigen Verschmelzen (*Copulation*) ihren Abschluss; bei diesen wird nun aus den Leibern zweier Individuen ein neues Individuum aufgebaut. Eine Copulation ist nach den Untersuchungen von CLAPARÈDE und LACHMANN,⁴ sowie von STEIN⁵ bei den *Acinetinen* bekannt; ferner führt bei den *Vorticellinen* sowohl die laterale, als auch die knospenförmige Conjugation zur vollständigen Copulation, und so soll schon hier erwähnt werden, dass nach CLAPARÈDE und LACHMANN, sowie auch nach STEIN auch die Kerne der copulirten Acinetinen verschmelzen; dasselbe behauptet BÜTSCHLI vom Kern der lateral conjugirten *Vorticella nebulifera*.⁶ Ausserdem wurde eine vollständige Copulation auch noch bei einigen jener Ciliaten beobachtet, welche sich in der Regel blos nur zeitweilig conjugiren; so namentlich von ENGELMANN bei *Stylonychia Mytilus*, *St. pustulata* und *St. Histrio*,⁷ und von STEIN ebenfalls bei *Stylonychia Mytilus*.⁸ Bei dieser vollständigen Copulation pflegen, wie bei den Acinetinen und Vorticellinen, auch die Kerne zu verschmelzen und aus den zwei Individuen entsteht ein ganz neues, welches, nach ENGELMANN, 6 bis 10 Stunden nach vollendeter Copulation anfängt sich durch Quertheilung fortzupflanzen. Fernere Unter-

¹ Ueber Entwicklung. MJ. I. (1876) 582.

² Der Org. II. 128.

³ Recherches, 61.

⁴ Recherches, 60.

⁵ Der Org. II. 74.

¹ Zur Naturg. ZWZ. XI. (1861) 5.

² Der Org. II. 70.

³ Studien. 313. 321.

⁴ Études. III. 123—129.

⁵ Der Org. II. 60.

⁶ Studien. 451.

⁷ Zur Naturgesch. ZWZ. XI. (1861) Sep. p. 8, 20.

⁸ Der Org. II. 70.

suchungen sind berufen zu entscheiden, ob eine Copulation auch bei anderen Infusorien vorkommt, bei welchen bisher bloss eine Conjugation beobachtet wurde, was a priori nicht unwahrscheinlich dünkt.

Die Conjugation der Infusorien dauert nach BALBIANI zwischen 24 Stunden und 5 bis 6 Tagen,¹ woran STEIN die Bemerkung knüpft, dass er die Verantwortlichkeit für diese Behauptung ganz BALBIANI überlasse, da er keinerlei Anhaltspunkte zur Beurtheilung der Conjugationsdauer aufzufinden vermochte;² hingegen vermochte auch BÜTSCHLI an sorgfältig isolirten Paaren die Dauer der Conjugation zu beobachten,³ jedoch fand er selbst bei den Paramécien eine kürzere Dauer wie BALBIANI, der sie mit 5 bis 6 Tagen angibt, während sich nach BÜTSCHLI die conjugirten Paare schon nach 24—48 Stunden trennen.⁴

Wenn die conjugirten Paare bloss in geringem Umfang verwachsen waren, so erfolgt die Trennung auf sehr einfache Weise, nach STEIN,⁵ ganz nach dem bei der Zweitheilung befolgten Gang. Ist aber das in die Verwachsung einbezogene Gebiet grösser; wurden, wie z. B. bei den *Oxytrichinen* ganze Körpertheile unterdrückt; so wird auch die Trennung complicirt sein, und es gelangen in diesem Fall, wie bereits erwähnt, im Rahmen der Syzygie zwei kleinere Individuen zur Entwicklung, deren Organisation sich aus der Körpersubstanz der conjugirten Individuen ganz aufs Neue aufbaut.

Innere Veränderungen der Ciliaten während und nach der Conjugation.

Bevor noch die sensationelle Lehre von BALBIANI von der geschlechtlichen Fortpflanzung der Ciliaten veröffentlicht wurde, erregten die von JOHANNES MÜLLER und seinen Schülern, CLAPARÈDE und LACHMANN sowie die von LIEBERKÜHN beinahe gleichzeitig, aber von einander unabhängig gemachten Beobachtungen, welche vermuthen liessen, dass in den Ciliaten zu gewissen Zeiten Samenfäden entstehen, ein allgemeines Interesse.⁶ Ueber diese, theils

von ihm selbst, theils von seinen Schülern gemachte Entdeckung berichtete JOHANNES MÜLLER am 10. Juli 1856 an die Berliner Akademie.¹ Er selbst fand bei *Paramecium Aurelia*, CLAPARÈDE und LACHMANN aber bei *Chilodon Cucullulus* die bedeutend vergrösserten Kerne von theils geraden, spitz zulaufenden Stäbchen, theils von einem Bausch lockig gekräuselter Fäden erfüllt; einen ähnlichen gewellten Fadenknäuel beobachtete LIEBERKÜHN im Nucleolus eines mit *Kolpoda Ren* nahe verwandten Ciliaten.

Im Frühjahr 1857 wurde von CLAPARÈDE und LACHMANN zur Ergänzung ihres, um den grossen Preis der Pariser Akademie concurrirenden und vor zwei Jahren eingereichten grossen Werkes ein mit Abbildungen versehener Anhang eingesendet,² in welchem die nicht nur im Kern, sondern auch im Nucleolus von *Paramecium Aurelia* beobachteten unbeweglichen Stäbchen, sowie die bei *Stentor polymorphus* in einer besonderen Höhlung enthaltenen zarten, gewellten und lebhaft bewegten Fadenknäuel beschrieben wurden.

Wohl sprach sich JOHANNES MÜLLER über alle diese Beobachtungen mit der an ihm bekannten Vorsicht und Zurückhaltung aus; allein es ist — wie STEIN bemerkt³ — aus der ganzen Darstellung die denselben beigemessene hohe Bedeutung, sowie die Vermuthung zu erkennen, dass man es in den im Kern und Nucleolus beobachteten Gebilden mit Spermatozoiden der betreffenden Ciliaten zu thun hat.

Ob nun die fraglichen Gebilde wirklich Spermatozoiden waren oder nicht, das ist — wie STEIN fortfährt — ganz gleichgiltig; so viel ist gewiss, dass sie in Deutschland dafür gehalten wurden und dass die competenten Kreise nicht weiter an der Existenz einer geschlechtlichen Fortpflanzung der Infusorien zweifelten. Schon auf der im September 1856 zu Wien abgehaltenen Versammlung deutscher Naturforscher war die erst vor Kurzem veröffentlichte Entdeckung der Berliner Forscher Gegenstand lebhafter Discussionen und wurde durchaus in obigem Sinne ausgelegt. Dass in den Beobachtungen von JOHANNES MÜLLER und seinen Schülern auch Andere die Entdeckung der geschlechtlichen Fortpflanzung der Infusorien begrüsst, geht aus dem im Jahre 1857

¹ Recherches 65.

² Der Org. II. 77.

³ Studien. 273.

⁴ Studien. 290.

⁵ Der Org. 77.

⁶ Vgl. CLAP. et LACHM. Études. III. 258. — STEIN, Der Org. I. 52, 96.

¹ Monatsber. d. Akad. d. Wiss. zu Berlin. (10. Juli 1856) 390. Vgl. BALBIANI, Recherches 10.

² Ét. III. 258.

³ Der Org. II. 41.

erschienenen Handbuch der Histologie von LEYDIG¹ klar hervor; es findet sich hier nämlich des Hinweis auf die Möglichkeit, dass die Entdeckung der stäbchen- und fadenförmigen Körperchen eventuell der EHRENBURG'schen Auffassung von den Kernen der Infusorien als Hoden, zur Stütze dienen könne.

Nach diesen Antecedentien konnte die Fachkreise die BALBIANI'sche Lehre von der geschlechtlichen Fortpflanzung der Infusorien nicht ganz unerwartet treffen. Zuerst wurde diese Lehre im Jahre 1858 der Pariser Akademie mitgetheilt² und, nach Veröffentlichung der Arbeit über das Verhalten der Geschlechtsorgane der Infusorien während der Theilung,³ in einer ausführlichen Abhandlung dargelegt,⁴ welcher der Verfasser in gehobener Stimmung die klangvollen Worte OVID's voranschrieb: «*Et nunc historia est, quod ratio ante fuit.*»

BALBIANI selbst fasste die Ergebnisse seiner Untersuchungen in folgende zwölf Punkte zusammen:⁵

1. Die Infusorien sind von den die Fortpflanzung der organischen Wesen regelnden Gesetzen nicht ausgenommen.

2. Diese Thierchen sind echte Hermaphroditen, doch sind zur Befruchtung stets zwei Individuen nöthig, welche gleichzeitig und gegenseitig als Männchen und Weibchen fungiren.

3. Begattungsorgane welcher Art sind nicht vorhanden; bei der Begattung werden die Bauchflächen in der präoralen Gegend, wo bei mehreren die äussere Sexualöffnung zu erkennen ist, an einander geschmiegt.

4. Dem Begattungsact entspricht der allgemein als Längstheilung aufgefasste Vorgang (einzige Ausnahmen sind diesbezüglich die *Vorticellinen*).

5. Fortpflanzungsorgane sind die unter der Benennung *Nucleus* und *Nucleolus* bekannten Körper; ersterer repräsentirt das weibliche, letzterer das männliche Geschlechtsorgan.

¹ Lehrb. der Histologie. 538.

² Sur l'existence d'une génération sexuelle chez les Infusoires. CR. Tome 46. (1858) 628. — Recherches sur les organes générateurs et la reproduction des Infusoires dites polygastriques. CR. Tome 47. (1858) 383.

³ Du rôle des organes générateurs dans la division spontanée des Infusoires ciliés. Journ. de la Physiologie. Tome III. Nr. IX. (1860) 71.

⁴ Recherches sur les phénomènes sexuels des Infusoires. Extr. du Journ. de la Physiologie Nos de Janvier à Octobre (1861) 1—130.

⁵ Diss. cit. 123.

6. Jedes dieser Organe tritt in der Form einer einfachen Zelle auf (männliches und weibliches Primitiv), welche sich vergrössert und durch wiederholte Quertheilung andere ähnliche Organe oder Zellen producirt, welche zu *Eiern* werden oder aber *Spermatozoiden* entwickeln.

7. Die primären Geschlechtsorgane zeigen in ihrer Entwicklung eine vollständige Analogie.

8. Das Ei hat im Grund die auch bei anderen Thieren vorkommende Zusammensetzung; die Spermatozoiden sind fadenförmig, unbeweglich (wenigstens im zusammengeballten Zustand) und entwickeln sich auf Kosten der Körnchen, welche den Inhalt der Spermazelle bilden.

9. Nach erfolgter Befruchtung werden die Eier entleert, und deren Entwicklung erfolgt im Freien.

10. Bei mehreren Infusorien werden die Geschlechtsorgane unmittelbar nach jeder Fortpflanzungsepoche neu gebildet.

11. Die von manchen Forschern für Samenkörperchen der Infusorien angesprochenen verschieden geformten Körperchen (Fäden oder Stäbchen) sind nichts weiter, als in den Geschlechtsorganen zur Entwicklung gelangte parasitische Organismen (Vibrien oder Oscillarien).

12. Auch die von gewissen Autoren beschriebenen acinetenförmigen und anders geformten inneren Embryonen sind nichts, als Parasiten, welche in die Infusorien oder deren Cysten eindringen, um sich hier zu vermehren.

Obigem habe ich noch hinzuzufügen, dass nach BALBIANI die gegenseitige Befruchtung in der Weise erfolgt, dass die Spermatozoiden enthaltenden Theilungspartien der Nucleolen, d. h. der Hoden, die sogenannten *Samenkapseln* (*capsules spermatiques*)¹ während der Conjugation durch die Geschlechtsöffnungen gegenseitig ausgetauscht werden, um mit ihren Spermatozoiden die im Kern, also im Ovarium gebildeten Eier zu befruchten. Dies wird aber von BALBIANI bloss vermuthet, da es ihm eben so wenig gelang, den Befruchtungsprocess, wie das angebliche Legen der Eier und deren weitere Entwicklung zu beobachten.

Nach der Publication der Entdeckungen von JOHANNES MÜLLER und seinen Schülern, wandte sich auch STEIN mit grossem Eifer dem Studium der geschlechtlichen Fortpflanzung der Infusorien zu, wel-

¹ Recherches 115.

ches ihm theilweise mit den BALBIANI'schen übereinstimmende, zum Theil aber von diesen wesentlich abweichende Resultate ergab. Diese Forschungsergebnisse hat STEIN im ersten und zweiten Theil seiner Monographie,¹ besonders aber im letzteren sehr ausführlich dargelegt und ausserdem in einer besonderen Abhandlung kurz zusammengefasst.²

Die Spermatozoiden ähnlichen Gebilde wurden auch von STEIN bald gefunden, und auch er erwähnte in Kern und Kernkörperchen weibliche und männliche Geschlechtsorgane zu erkennen; trotzdem findet sich aber im ersten Theil seiner Monographie noch die Ansicht, dass die in der Längsachse aneinander geschmiegtten Ciliaten sich in der Theilung und nicht in Conjugation befinden, woraus dann folgen würde, dass die Geschlechtsproducte der Infusorien ihre volle Reife erst im Verlauf der Längstheilung erlangen. Allein von dieser Auffassung ist STEIN, wie erwähnt, bald abgekommen und hat sich mit voller Entschiedenheit der BALBIANI'schen Deutung angeschlossen.

Die Hauptergebnisse der STEIN'schen Untersuchungen lassen sich in folgende Punkte zusammenfassen:

1. Die meisten Infusorien sind Hermaphroditen; das weibliche Geschlechtsorgan wird durch den Kern, das männliche aber durch den Nucleolus repräsentirt.

2. Die Geschlechtsorgane gelangen während der Conjugation zur vollen Reife, stehen aber mit besonderen Ausführungsgängen oder Geschlechtsöffnungen nicht in Verbindung.

3. Während der Conjugation theilen sich die Nucleolen in Samenkapseln; doch werden letztere nicht gegenseitig ausgetauscht, vielmehr besteht wahrscheinlich eine Selbstbefruchtung.

4. Befruchtet werden nicht die Theilungspartieen des Kerns, sondern die Kerne selbst, indem die Spermatozoiden in dieselben eindringen; die durch JOHANNES MÜLLER und seine Schüler entdeckten faden- und stäbchenförmigen Gebilde sind also nicht Parasiten, sondern behufs Befruchtung in die Kerne eingedrungene wahre Samenfasern.

5. Die befruchteten Kerne zerfallen in mehrere Theile; letztere sind nicht zum Ablegen bestimmte Eier, sondern werden zum Theil zu Keimkugeln,

diese wieder zu Embryonalkugeln, welche durch Theilung, als Endproducte der geschlechtlichen Fortpflanzung, Embryonen erzeugen. Die acinetenförmigen und sonstigen «Embryonen» sind also wirkliche Embryonen und nicht Parasiten. Die nicht zu Keimkugeln verwandelten Kerntheile dienen zur Reconstruction der Kerne.

6. Bei den *Oxytrichinen* und *Euplotinen* verschmelzen die Theile der nach erfolgter Befruchtung in Stücke zerfallenden Kerne wieder zu einer Masse, der sogenannten Placenta, welche sich nach der Entwicklung von mehreren Keimkugeln wieder in den Kern verwandelt.

7. Bei den — nach STEIN mit Nucleolen nicht versehenen — *Vorticellinen* zerfallen während der Conjugation die Kerne beider Individuen in mehrere Theile, und zwar entweder beide Kerne für sich (bei der knospenförmigen Conjugation) oder nach vorangegangener Verschmelzung zu einem einzigen Kern (bei der lateralen Conjugation). In den aus der Copulation hervorgegangenen Individuen bilden die Kernstücke entweder lose Haufen (Gattung *Vorticella*), oder verschmelzen aufs neue zur Placenta (*Kolonien bildende Vorticellinen* und *Trichodinen*). Im ersteren Fall entwickeln sich aus mehreren Kernstücken Keimkugeln, während aus den übrigen der Kern reconstruiert wird; im letzteren Fall bilden sich aus der Placenta mehrere Keimkugeln, worauf die Kerne wieder zur normalen Form zurückkehren. Aus den Keimkugeln entwickeln sich ausnahmslos Embryonalkugeln, wenigstens wurden letztere bei den Gattungen *Vorticella*, *Carchesium*, *Zoothamnion*, *Epistylis* und *Trichodina* mit voller Bestimmtheit beobachtet.

Es soll nun der von den genannten zwei Forschern beobachtete Verlauf der während und nach der Conjugation eintretenden Veränderungen etwas näher betrachtet werden, und zwar bei zwei sehr gemeinen Infusorien, dem *Paramecium Aurelia* und *Carchesium polypinum*. Zur Erleichterung der Vergleichung will ich die Ergebnisse beider Forscher einander gegenüber stellen. Es sei noch bemerkt, dass von den BALBIANI'schen Beobachtungen die auf *Carchesium polypinum* bezüglichen neueren Datums,¹ die *Paramecium Aurelia* betreffenden aber in dessen Hauptwerk enthalten sind.

¹ Der Org. I. 96 ff. — Der Org. II. 40 ff.

² Ueber die Hauptergebnisse etc. 22 ff.

¹ Sur la génération sexuelle des Vorticelliens. CR. Tome 81. (1875) 676.

Balbiani (1861).

Stein (1867).

Balbiani.

Stein.

1. *Paramecium Aurelia*.

a) Während der Syzygie.

Die vom Nucleus (*N.*) und Nucleolus (*n.*) entspringenden Geschlechtsgänge, welche mit einer vor dem Mund gelegenen und an den in Begattung begriffenen Paaren mit einander communicirenden gemeinsamen Oeffnung münden, werden sichtbar.

Der *n.* vergrößert sich und wird blass; seine Membran schwillt an und erweitert sich zu einer Blase, welche blos an einer Stelle mit der granulirten Kugel des *n.* in Verbindung bleibt; aus letzterer wächst auf der einen Seite ein Fadenbüschel hervor, welches der Convexität der Blase folgend in die Nähe seines Ausgangspunktes zurückkehrt. — Hierauf wächst das Fadenbüschel am freien Ende weiter und stülpt die blasenartige Membran blinddarmförmig hervor, dieselbe in die eigene spiralige Windung mit einbeziehend. Später macht der Schlauch eine rückläufige Windung; die Körnchenkugel, von welcher das zarte Fadenbüschel wie ein Kometenschweif ausstrahlt, verschwindet und die Fäden theilen sich an den beiden Büschelenden in zwei besondere Büscheln, durch welche der Schlauch keulenförmig aufgetrieben wird. Endlich wird der eine Zeit lang noch C-förmig gebogene Schlauch gerade und zwischen den fadenhaltigen geschwellten Enden immer dünner, endlich ganz entzwei geschnürt; die auf diese Weise entstandenen fadenhaltigen Kugeln entsprechen den zwei ersten Samenkapseln, welche sich durch Quertheilung abermals

Geschlechtsgänge und besondere Geschlechtsöffnungen sind nicht zu unterscheiden, auch gar nicht vorhanden.

Der *n.* vergrößert sich; seine Membran wächst aber schneller als die körnige Substanz, welche, im Centrum der zu einer Blase angeschwellten Membran verbleibt. Die zerstreuten Körnchen der Substanz des *n.*, welcher sein Wachsthum einstellt, ordnen sich regelmässig und dicht aneinander und bilden parallele Längsreihen, welche sich alsbald zu Stäbchen oder Fäden entwickeln. In diesem Entwicklungsstadium sind die Kapseln noch ganz kugelig oder nur wenig gestreckt. Hierauf folgt ein selbständiges Wachsthum der Fäden, welche entweder gerade bleiben, in welchem Fall gerade, ovale oder spindelförmige Kapseln sich entwickeln; in den häufigeren Fällen sind sie schon vom Anbeginn schwach bogenförmig oder wie eine 6 gekrümmt, wo sich dann auch die Kapsel während dem Wachsen nierenförmig oder spiralig windet. — In noch anderen Fällen nimmt das Fadenbüschel während des Wachstums unregelmässige Schlangenwindungen oder die Form eines Posthorns an, wo dann die Kapsel zwar eiförmig bleibt, aber an der Oberfläche Ausbuchtungen erhält. Am häufigsten entwickelt sich blos eine Samenkapsel; seltener

in zwei Theile spalten. Nur ausnahmsweise folgt eine nochmalige Theilung, so dass in der Regel vier, und nur selten acht Samenkapseln gebildet werden; auch ein Abschiessen der Bildung der Samenkapseln nach der ersten Zweitheilung gehört zu den Ausnahmen.

Bei anderen Syzygien entwickelt sich blos eine Samenkapsel, in einer von der beschriebenen gänzlich abweichenden Weise. — Die *n.*-Membran hebt sich vom körnigen Inhalt auf der ganzen Oberfläche ab und wird zu einem eiförmigen Schlauch, in dessen Centrum die granulirte *n.*-Substanz gelegen ist, aus welcher in zwei entgegengesetzten Richtungen zarte Fäden hervorwachsen, durch deren Wachsthum die Kapsel eine Spindelform erhält. Endlich verschwindet der granulirte Gürtel gänzlich, und die freigewordenen, an der Basis fortwachsenden Fäden liegen parallel nebeneinander. Auf diese Weise zur Entwicklung gelangte einzelne spindelförmige Samenkapseln pflegen sich nicht zu theilen.

Die Fäden der Samenkapseln oder Spermatozoiden sind überaus fein, einzeln nicht unterscheidbar, ganz bewegungslos, und füllen die Samenkapseln zu Bündeln vereinigt aus.

Gegen Ende der Conjugation, gegen den dritten, vierten Tag haben die Samenkapseln ihre volle Reife erlangt und werden durch die Geschlechtsöffnungen gegenseitig ausgetauscht.

Der *N.* erleidet während der Conjugation blos insofern eine Veränderung, als die Oberfläche von unregelmässig wellig verlaufenden Linien durchfurcht wird.

erfolgt eine Zweitheilung der gestreckten und an den beiden Enden keulenförmig aufgetriebenen Kapseln. — Durch Wiederholung dieses Vorgangs kann sich die Anzahl der fertigen Samenkapseln auf vier steigern.

Die einzige, oder die 2 bis 4 Samenkapseln werden nicht gegenseitig ausgetauscht.

Balbiani.

Stein.

durch deren stetige Zunahme der *N.* einigermaßen das Aussehen eines mit Windungen versehenen Gehirnes gewinnt.

b) Nach der Syzygie.

Die Windungen des durch wellige Furchen in einen gewundenen Knäuel verwandelten *N.* lösen sich allmählig auf zu einem zusammenhängenden, verschiedenartig gebogenen und geschlängelten cylindrischen Strang. — Hierauf theilt sich der granulirte Inhalt des Stranges innerhalb der Membran in zahlreiche kleine Kugeln, wobei die membranöse Hülle zwischen den einzelnen Stücken stetig länger und endlich so fein ausgezogen wird, dass die kugeligen Kernstücke endlich ganz frei in der Körpersubstanz zerstreut erscheinen. Von diesen Kernstücken pflegen vier, seltener 8 oder bloß 2 anzuwachsen, wobei sich in ihrem Inneren ein Keimbläschen und ein Keimfleck differenzirt. Es sind das die von der zu einem Eileiter umgewandelten *N.*-Membran umschlossenen Eier, welche endlich durch die Oeffnung des Eileiters entleert werden, während die übrigen Stücke des *N.* wieder verschmelzen und sich zu einem neuen Kern organisiren.

Die während der Conjugation ausgetauschten Samenkapseln dringen in die Nähe des Eileiters, um die entwickelten Eier mit ihren Samenfäden zu befruchten. Doch konnte der Befruchtungsprocess nicht unmittelbar beobachtet werden. Nach erfolgter Befruchtung pflegen die Samenkapseln zu schrumpfen und zu verschwinden.

Die einzige, seltener 2 bis 4 Samenkapseln ziehen sich unmittelbar vor, seltener hinter den etwas gestreckten *N.*; wenigstens hält STEIN die aus schlangentartig gewundenen Fäden zusammengesetzten ein bis vier Knäulen entschieden für freigewordene Spermatozoiden, welche alsobald in den angewachsenen Kern eindringen, sich hier nach allen Richtungen zerstreuen, und den Kern befruchten. Es sind das die von JOHANNES MÜLLER und seinen Schülern entdeckten, gerade oder geschlängelte Stäbchen enthaltenden vergrößerten Kerne.

Der *N.* zerfällt nach erfolgter Befruchtung durch wiederholte Theilung in 2 bis 7 gleich grosse und ganz homogene Kugeln, welche untereinander in keinerlei Verbindung stehen, alsbald strangartig auswachsen und durch wiederholte Theilung in überaus zahlreiche kleine Stückchen zerfallen. — Von den kleinen Kugeln trennen sich nicht constant vier, sondern viel häufiger mehr, bis zu 12 und noch mehr von den übrigen und wachsen bedeutend an. Jede Kugel ist von einer zarten homogenen Membran umgeben und enthält in ihrer gleichmäßig granulirten Substanz ein gleichfalls mit einer feinen moleculären Substanz angefülltes centrales Bläschen; ein Keimfleck ist aber im Inneren nicht enthalten. Diese mit den von BALBIANI für Eier angesprochenen Ge-

Balbiani.

Stein.

Die von JOHANNES MÜLLER und seinen Schülern im angewachsenen *N.* beobachteten stäbchenförmigen Gebilde sind parasitische *Vibrionen*, die acinetenförmigen Embryonen aber parasitische *Sphaerophryen*.

bilden offenbar identischen Kugeln sind nichts anderes als Keimkugeln, aus welchen Embryonalkugeln hervorgehen, aus deren Theilungssprosslingen sich endlich acinetenförmige Embryonen entwickeln.

Die übrigen *N.*-Stücke vereinigen sich zu einem neuen *N.*

2. *Carchesium polypinum*.

Knospenförmige Conjugation.

Balbiani. (1875.)

Stein. (1867.)

Sowohl die Makrogonidien, als auch die Mikrogonidien enthalten neben dem hufeisenförmigen *N.* einen kleinen *n.*

Weder Makrogonidien, noch Mikrogonidien haben einen *n.*

Während der Conjugation zerfallen die *N.* der Makro- und der Mikrogonidien in kugelige Stücke. Der *n.* der Makrogonidien behält den ursprünglichen rudimentären Zustand («état rudimentaire initial») bei, während der *n.* der Mikrogonidien anwächst, in zwei Theile zerfällt, in welchen sich überaus zarte Fäden, Spermatozoiden entwickeln. Von letzteren werden 5 bis 7 Kernstücke der Makrogonidien befruchtet. Die befruchteten Eier werden entleert, während die zurückgebliebenen Kernstücke zu einem neuen Kern verschmelzen.

Die angeblichen Embryonen sind parasitische *Sphaerophryen*.

Während der Conjugation zerfallen die *N.* der Makro- und der Mikrogonidien in kugelige Stücke, welche zu einer Placenta verschmelzen. In der Placenta differenziren sich Keimkugeln, welche sich zu Embryonalkugeln entwickeln; schliesslich theilen sich die Embryonalkugeln und ihre Theilstücke schwärmen in der Form tentakelloser peritricher Embryonen aus. Die übriggebliebenen Theile der Placenta verwandeln sich zum neuen *N.*

Aus Obigem dürfte klar hervorgehen, zu welchen wesentlich verschiedenen Ergebnissen die beiden ausgezeichneten Forscher, welche sich so eingehend mit dem Studium des Conjugationsprocesses der Infusorien befassten, gelangt waren. Es bedurfte daher unbedingt neuer, ohne jede Voreingenommenheit ausgeführter Untersuchungen, um die Abweichungen in der Auffassung der beiden bahnbrechenden Forscher auszugleichen und den verwickelten Knoten zu lösen.

Hierzu waren weder die älteren Untersuchungen von ENGELMANN,¹ noch die von KÖLLIKER² geeignet. Erstere unterstützten im Grossen und Ganzen die STEIN'sche Auffassung: der Conjugationsprocess soll zur Entwicklung von Embryonen führen, welche ganz den von STEIN ausgeführten Weg einschlägt; ferner sollen die von ENGELMANN ausser den *Paramecien* auch in den vergrösserten Kernen von *Chilodon Cucullulus*, sowie in den geschwellten Nucleolen von *Blepharisma lateritia* beobachteten stäbchenförmigen Körperchen wahre Spermatozoiden, und nicht, wie BALBIANI meinte, Parasiten sein. — Dagegen sprach sich KÖLLIKER, was das Letztere betrifft, für die Richtigkeit der BALBIANI'schen Ansicht aus, liess aber die wichtige Frage unentschieden, ob die befruchteten Kerntheile Eiern, oder aber Embryonen erzeugenden Keimkugeln entsprechen.

Die verwickelte Angelegenheit des Conjugationsprocesses der Ciliaten kann zwar auch heute noch nicht in allen ihren controversen Thesen und Einzelheiten für endgiltig gelöst betrachtet werden; jedenfalls ist sie aber der endgiltigen Lösung sehr nahe gerückt worden durch die von BÜTSCHLI³ und von ENGELMANN⁴ beinahe gleichzeitig veröffentlichten hochwichtigen Forschungsergebnisse, welche von dem Verlauf und der Bedeutung des Conjugationsprocesses ein ganz anderes Bild entrollen, als die BALBIANI'schen und STEIN'schen Untersuchungen, und welche endlich zu dessen Erkenntniss führten, dass sich während der Conjugation der Infusorien Spermatozoiden eben so wenig, wie Eier, resp. Keim- und Embryonalkugeln und Embryonen entwickeln.

Was zunächst die Letzteren, d. i. die Embryonen betrifft, so wurde der gegenwärtige Standpunkt bereits eingehend dargelegt; es möge daher hier ein einfacher Hinweis auf das weiter oben von den Embryonen der Ciliaten Gesagte genügen.

Die Frage nach der Natur der von BALBIANI für Eier angesprochenen hellen Kugeln, wird weiter unten ihre Beantwortung finden, und hier soll nur soviel bemerkt werden, dass wir von dem Ablegen der angeblichen Eier von *Paramecium Aurelia*, ausser bei BALBIANI, nur noch bei einem einzigen Forscher, nämlich SCHAAFFHAUSEN eine Erwähnung

finden¹: «Das mit Eikugeln, die von heller Flüssigkeit umgeben sind, strotzend gefüllte Thierchen lässt in einer Stunde mehrmals ein solches Ei austreten und zwar an verschiedenen Stellen des Hinterleibes. — Die von *Paramecium* gelegten Kugeln blieben stundenlang unbewegt liegen und allmählig bildet sich ein Vorsprung an der Kugel mit einem Wimpersaum, mittelst dessen das Thierchen dann fortschwimmt.»

Es unterliegt wohl kaum einem Zweifel, dass von SCHAAFFHAUSEN parasitische *Sphaerophryen* beobachtet wurden, welche vielleicht unter dem Druck des Deckgläschens das *Paramecium* vorzeitig verliessen; und gewiss ist BÜTSCHLI im Recht, wenn er behauptet, dass das Eierlegen der Infusorien durch diese Beobachtung durchaus nicht bewiesen wurde.

BALBIANI hat — wie angeführt wurde — behauptet, dass unter Spermatozoiden zwei ganz verschiedenartige Gebilde verstanden und mit einander verwechselt werden: erstens die in den Samenkapseln enthaltenen, überaus feinen, spitz zulaufenden starren Stäbchen, welche einzeln nicht, sondern blos im Bündel unterschieden werden können; ferner die zuerst von JOHANNES MÜLLER beschriebenen, etwas grösseren und dickeren, geraden, oder wellig gebogenen Stäbchen, welche besonders häufig in den vergrösserten Kernen der *Paramecien*, seltener in den Nucleolen zu beobachten sind. Erstere sind wahre Samenfasern, letztere hingegen in die Kerngebilde eingedrungene vibrionenartige Parasiten.

Die Richtigkeit der BALBIANI'schen Anschauung — obsehon dagegen bereits CLAPARÈDE und LACHMANN,² später aber STEIN³ auf das Entschiedenste protestirten — wurde durch die neueren Untersuchungen von KÖLLIKER, BÜTSCHLI und ENGELMANN bestätigt. Als triftigen Grund für die Richtigkeit der BALBIANI'schen Ansicht führt ENGELMANN die Beobachtung an, dass er bei den *Paramecien* mehrere Conjugations-Epidemien beobachtete, in welchen die Samenkapseln zwar zur Entwicklung kamen, die fraglichen Stäbchen aber im Kern keines einzigen Individuums entdeckt werden konnten.⁴

¹ Zur Naturg. etc. ZWZ. XI.

² Icones histiologicae. I. Abth. (1864) 18.

³ Studien etc. 1876.

⁴ Ueber Entwicklung und Fortpflanzung von Infusorien. MJ. I. 1876.

¹ Ueber die Organisation der Infusorien. Verhandl. d. naturhist. Vereins d. preuss. Rheinlande und Westphalens. 3. Folge. 5. Jahrg. 1868. Correspondenzbl. 52—56. Vgl. BÜTSCHLI, Studien 307.

² Études. III. 263.

³ Der Org. II. 96.

⁴ Ueber Entwicklung etc. 608.

In ähnlichem Sinn äussert sich auch BÜTSCHLI. «Ich habe bei den zahlreichen Infusorien — sagt BÜTSCHLI⁴ —, welche ich während und nach der Conjugation untersuchte, nie, weder im secundären Nucleos, noch im Plasma des Thieres selbst, etwas gesehen, was sich von der Faserbildung der sogenannten Samenkapseln hätte herleiten lassen. Auch habe ich in den conjugirten Thieren bis jetzt zu keiner Zeit etwas von den Fäden oder Stäbchen wahrgenommen, die zuerst 1856 bei JOH. MÜLLER den Gedanken an eine geschlechtliche Fortpflanzung unserer Thiere erweckten. — Diese mit Stäbchen erfüllten Nuclei habe ich aber bei *Paramecium Aurelia* dennoch angetroffen und mich mit BALBIANI von ihrer parisitischen, pflanzlichen Natur überzeugt. Ich fand solche Thiere mit einem von Stäbchen dicht erfüllten Nucleus in einem stark riechenden, sehr verdorbenen Wasser. Auch die Thiere selbst hatten ein krankhaftes Aussehen, da sich in ihrem Endoplasma grosse, schon mit der Loupe sichtbare Vacuolen gebildet hatten, die den Kern selbst häufig ganz zur Seite drängten. Der isolirte, voll feiner dunkler Stäbchen steckende Kern platzte schon durch sehr leichten Druck und ergoss seinen zum grössten Theil flüssigen Inhalt in das umgebende Wasser. Die Grösse der Stäbchen ist sehr verschieden, es finden sich sehr kurze bis sechsmal längere. Die kleineren erscheinen homogen, blass und matt, an den grösseren hingegen ist häufig das eine Ende ganz dunkel und glänzend.* — Diese Umwandlung scheint allmählig fortzuschreiten, bis schliesslich das ganze Stäbchen dunkel und glänzend geworden ist. Ich muss BALBIANI darin beistimmen, dass die Stäbchen sich durch Theilung vermehren, indem ich eine ganze Anzahl Bilder sah, die unzweifelhaft auf einen solchen Vermehrungsprocess hindeuteten und zwar sowohl an blassen, als auch an gänzlich dunkelglänzenden Stäbchen. Unter diesen zerstreut fanden sich auch zahlreiche sehr feine, geschlängelte Fäden, von deren etwaigem Zusammenhang mit den Stäbchen ich nichts finden konnte. Letztere zeigten eine schwache, wackelnde Bewegung, über deren Natur ich nicht zu einem sicheren Schluss gelangte.»

BÜTSCHLI erwähnt ferner, den im Kern von *Paramecium Aurelia* beobachteten Stäbchen sehr ähn-

¹ Studien 359.

* Aehnliche Abbildungen giebt ENGELMANN von den im geschwellten Nucleolus der *Blepharisma lateritia* beobachteten Stäbchen (Zur Naturgesch. Taf. XXX. Fig. 12.)

G. ENTZ, Protisten.

liche Gebilde bei einer frei lebenden Nematode, nämlich *Tylenchus pellucidus*, in einer grossen Anzahl von Individuen gefunden zu haben; die Körperhöhle war von den fraglichen Stäbchen ganz erfüllt.

Alldas in Erwägung gezogen, spricht gewiss die grösste Wahrscheinlichkeit dafür, dass die bei Infusorien in den vergrösserten Kernen beobachteten Stäbchen nicht Spermatozoiden sondern Schizomyceten sind.

Ohne Zweifel war auch der, wie oben erwähnt, einmal von CLAPARÈDE und LACHMANN bei *Stentor polymorphus*, in einer besonderen Saffthöhle des Körpers beobachtete, aus schlangenartig bewegten feinen Fäden bestehende Knäuel aus Schizomyceten gebildet;¹ eben so konnten die von MARGÓ während der Conjugation in den Nucleolen der *Lacrymaria vermicularis*, *Loxodes plicatus*, *Paramecium caudatum* und *Vorticella nebulifera* beobachteten stäbchenförmigen Spermatozoiden, an welchen nach Zerdücken der betreffenden Ciliaten bei 525-facher Vergrösserung noch eine geraume Zeit hindurch lebhafte Bewegungen beobachtet werden konnten, nichts als Schizomyceten gewesen sein.²

Nach alldem kann es sich nur mehr um die Frage handeln, ob die geraden oder sichelförmig gebogenen feinen Fäden mit zugespitzten Enden, welche an den Kernstücken conjugirter Infusorien, den sogen. Samenkapseln, die Streifen bilden, auch wirklich Samenfäden sind, wofür sie von BALBIANI gehalten wurden?

Die sogenannten Samenkapseln der Infusorien mit ihrer meridionalen Streifung sehen ohne Zweifel den in das Körperparenchym gewisser niederer Thiere, z. B. verschiedener Plattwürmer eingebetteten Spermatozoiden-Bündeln sehr ähnlich. Anderseits wurden aber bereits aus den Untersuchungen von BALBIANI, STEIN und KÖLLIKER Details bekannt, welche mit der Deutung der Streifen als Spermatozoiden gänzlich unvereinbar sind. Es wurde nämlich von diesen Forschern, in erster Reihe aber von BALBIANI,³ nachgewiesen, dass an den Nucleolen der

¹ Études. III. 258.

² Ázalagtani adatok s a Pest-Buda ázalagfaunájának rendszeres átnézete. A m. tud. Akad. math. term. tud. közl. III. köt. (1865) 79.

³ Du rôle des organes générateurs dans la division spontanée des Infusoires ciliés. Journ. de la Physiologie III. Janvier. (1860) 81.

Infusorien bei jeder Theilung eine, der der sogen. Samenkapseln vollkommen gleiche Streifung auftritt. Ferner ist bekannt und wurde bereits oben hervorgehoben, dass bei zahlreichen Ciliaten während der Theilung auch an den Kernen Längsstreifen beobachtet wurden. Wie sollen nun diese, von BÜTSCHLI durch neuere und sehr umfangreiche Untersuchungen bestätigten Beobachtungen mit der Deutung der an den Samenkapseln sichtbaren Streifen als Spermatozoiden in Einklang gebracht werden? BALBIANI fühlte sehr gut, dass diese Beobachtungen geeignet sind seine ganze Lehre von den Spermatozoiden der Infusorien über den Haufen zu werfen, und nahm daher zu der, jeder Grundlage entbehrenden Annahme seine Zuflucht, dass die während der Theilung in den Kernen und Nucleolen der Infusorien erscheinenden Längsstreifen lediglich als streifige Verdickungen, oder Falten der Membran der Kerngebilde auszufassen wären¹; an einer anderen Stelle aber wird vom längsgestreiften Kern des *Didinium nasutum* behauptet, dass er sich durch irgend einen krankhaften Process zu einer hydropischen Cyste umwandelte, deren Membran sich der Länge nach faltete.² STEIN wählte anfangs in der Streifung der in Theilung begriffenen Nucleolen Spermatozoiden zu erkennen; liess aber später diese Auffassung gänzlich fallen, da doch von einer bei jeder Theilung sich wiederholenden Spermatozoidenproduction keine Rede sein kann.³ — Dem gegenüber sei hier vorläufig nur soviel bemerkt, dass ein einziger vorurtheilsfreier Blick genügt, um sich zu überzeugen, dass auf den sehr naturgetreuen BALBIANI'schen Abbildungen zwischen der Streifung der in Theilung begriffenen Nucleolen und der der Samenkapseln keinerlei Unterschied besteht, dass mithin die «Falten» der ersteren und die «Spermatozoiden» der letzteren gänzlich übereinstimmen.

Zur Entwirrung dieser gründlich verwirrten Angelegenheit waren jene in einer ganz anderen Richtung geführten eingehenden neueren Untersuchungen berufen, welche sich auf die Erforschung der feineren Structurveränderungen beziehen, welche sich in den Kernen der sich theilenden Thier- und Pflanzenzellen abspielen.

Die der Zelltheilung vorangehende Vermehrung der Kerne der Thier- und Pflanzenzellen wurde selbst noch vor einigen Jahren zumeist für einen sehr einfachen Process gehalten, bei welchem sich der Kern, nach erfolgter Theilung des Kernkörperchens, einfach halbt. Die einzige Ausnahme von dieser Regel sollte die Furchung der Eizellen bilden, indem im thierischen Ei, vor Beginn der Furchungsprocesses — wie zuerst von REICHERT im Jahre 1846 behauptet wurde¹ — der Kern gänzlich verschwindet, also die Zelle, wie HAECKEL sagt, in den Cytodenzustand zurückkehrt, worauf die zwei Kerne der Theilungshälften neugebildet werden. Die eingehenden Untersuchungen von AUERBACH über den Furchungsprocess des Eies der *Ascaris nigrovenosa* schienen das Verschwinden des Eikerns vor Eintritt der Furchung (*Karyolysis*) und dessen darauf folgende Neubildung zu bestätigen.² AUERBACH nennt diesen Vorgang: Fortpflanzung durch *Palingenese*.³

Neuere Forscher, unter welchen hier blos SCHNEIDER, BÜTSCHLI, OSCAR HERTWIG, FOL und SELENKA angeführt werden sollen, haben nach genaueren Studien über den Furchungsprocess des thierischen Eies das Verschwinden des Eikerns oder des Keimbläschens vor der Furchung und dessen Neubildung durch Palingenese nicht bestätigt, gelangten vielmehr zu dem Ergebniss, dass das vollständige Verschwinden gleichsam eine Auflösung des Kernes (*Karyolysis*) und die Neubildung zweier Kerne durch Palingenese blos scheinbar ist, indem der Kern thatsächlich vorhanden bleibt und bei Anwendung entsprechender Reagentien deutlich hervortritt. Diese Untersuchungen ergaben ferner eine eigenthümliche Gestalts- und Structurveränderung des Kernes (*Karyokinesis*) während des scheinbaren Verschwindens; derselbe gewinnt die Gestalt einer längsgestreiften Spindel (*Kernspindel*) oder eines Doppelkegels.

Nachdem bereits KOWALEWSKY bei *Euaxes*, einem Oligochaeten aus der Familie der Lumbriculiden, der im Kern der in Furchung begriffenen Eier auftretenden zarten Streifen kurz erwähnte,⁴ — SCHNEI-

¹ Der Furchungsprocess und die sogenannte Zellbildung um Inhaltsportionen. AAP. (1846) 196. — Vgl. BÜTSCHLI, Studien, 395.

² Organologische Studien II. Hft. Breslau. (1874) 187.

³ Op. cit. 261.

⁴ Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden. Mém. de l'Acad. de St. Petersbourg. Tome XVI. 1871. Nr. 12. — Vgl. BÜTSCHLI, Studien, 398.

¹ Recherches. 28, 46.

² Sur le *Didinium nasutum*. Arch. de Zoolog. expérimentale. II. Nr. 3. Juillet. (1873) 389.

³ Der Org. II. 47.

DER aber die bei der rhabdocoelen Turbellarie *Mesostomum Ehrenbergii* und bei dem Trematoden *Distomum cynoides* die in den Eikernen während des Furchungsprocesses sich entwickelnden faden- respective stäbchenförmigen Gebilde genauer beschrieben hatte:¹ führte BÜTSCHLI, gestützt auf sehr umfassende Beobachtungen den Nachweis, dass die Kerne der Furchungskugeln und gewisser Gewebszellen während der Theilung bei den verschiedensten Thieren eine Umwandlung in charakteristisch gestreifte Spindeln erleiden.² Von den zahlreichen Arbeiten, welche die Entdeckung von BÜTSCHLI mit neueren Angaben und Details unterstützten und weiter entwickelten, gebührt, vermöge ihrer Wichtigkeit, der erste Platz unbedingt den Arbeiten von STRASBURGER³ welche, auf Grund sehr umfassender und eingehender Untersuchungen den Nachweis liefern, dass sich auch die Kerne der Pflanzenzellen während der Theilung in charakteristisch gestreifte Spindeln umwandeln. Alle diese Untersuchungen berechtigen uns in der Bildung der Kernspindel eine für die Zelltheilung ganz charakteristische typische Erscheinung zu erblicken (*indirecte Kerntheilung*), und die vormalig für typisch gehaltenen Fälle ohne Umwandlung des Kerns vor der Zelltheilung zu einer Spindel und dessen einfache Halbierung (*directe Kerntheilung*) für Ausnahmen anzusehen.

Es kann meine Absicht nicht sein, an dieser Stelle auf die interessanten und wichtigen Details, mit welchen unsere Kenntnisse über die Theilung der Zellen, insbesondere der Eizellen in neuerer Zeit wesentlich erweitert wurden, des Näheren einzugehen, und beschränke mich einfach auf eine Darstellung der Bildung und der Structur des Kernspindels, welche mit unserem Gegenstand in engem Zusammenhang stehen.

Die zur Theilung sich anschickenden Kerne (Keimbläschen) werden zunächst so blass und undeutlich contourirt, dass eine Unterscheidung ohne

Anwendung entsprechender Reagentien ganz unmöglich ist; jedoch verschwindet der Kern nicht gänzlich und tritt daher eine Karyolyse nicht ein. Nach BÜTSCHLI¹ ist dieses scheinbare Verschwinden der Kerne theils dadurch bedingt, dass die Kernmembran überaus dünn wird — wenn dieselbe wahrscheinlich auch nicht verschwindet — und dass in Folge dessen die Kerncontouren verschwommen erscheinen; theils durch eine gleichmässige Vertheilung im ganzen Kern der darin enthaltenen kleineren und grösseren, dichteren Partikeln; endlich dadurch, dass die Kerne mit einem Theil des Kernsaftes auch an Helligkeit einbüssen und von dem umgebenden Protoplasma nicht mehr abstechen.

Die erblassten Kerne nehmen die Form einer schlankeren oder gedrungeneren Spindel oder eines Doppelkegels an, verwandeln sich zu sogen. *Kernspindeln* und ihre Substanz differenzirt sich in zarte Streifen oder Fäden, die sogen. *Spindelfasern* (BÜTSCHLI) oder *Kernfäden* (STRASBURGER). Diese Fasern, 12 bis 24 an der Zahl, sind an den Spindelenden verjüngt, in der Aequatorialgegend aber zu kugelligen oder stäbchenförmigen Körperchen verdickt, welche von STRASBURGER zusammen als *Kernplatte* bezeichnet werden. Bei manchen Thier- und Pflanzenzellen sind die Elemente der Kernplatten in eine zusammenhängende Scheibe vereinigt; dieses Verhalten beobachtete BÜTSCHLI während der Kerntheilung an den embryonalen Blutzellen des Hühnchens, STRASBURGER aber an den Pollen-Mutterzellen von *Allium Narcissiflorum*.² — Die Theilung der in dieser Weise veränderten Kerne erfolgt in der Aequatorialzone der Spindel in der nämlichen Weise, wie an den Nucleolen des *Paramecium Aurelia*, deren Theilung weiter unten nach BÜTSCHLI's Untersuchungen dargestellt werden soll.

Nachdem diese eigenthümlichen Veränderungen der in Theilung begriffenen Zellkerne bekannt wurden, konnte nicht länger gezweifelt werden, dass den feinen Fasern, welche in den sich theilenden Nucleolen der Infusorien, oder den sogenannten Samenkapseln auftreten, der denselben von BALBIANI und STEIN zugeschriebene Werth nicht zukomme. Dies nachgewiesen zu haben ist das Verdienst von BÜTSCHLI, der schon im Jahre 1873 hierauf aufmerksam machte,³ im folgenden Jahre aber auf Grund von

¹ Untersuchungen über Plathelminthen. Giessen. 1837 Sep. Abdr. aus dem 14. Jahresber. der oberrheinischen Gesellschaft. f. Natur- und Heilkunde. 49.

² Vorl. Mittheil. über Untersuchungen betreffend die ersten Entwicklungsvorgänge im befruchteten Ei von Nematoden und Schnecken. ZWZ. XXV. (1875) 201. — Vorläufige Mittheilung einiger Resultate von Studien über die Conjugation der Infusorien und die Zelltheilung. ZWZ. XXV. (1875) 426. — Studien etc. 1876.

³ Ueber Zellenbildung und Zelltheilung Jena. 1875. II. Aufl. 1876.

¹ Studien, 401.

² BÜTSCHLI, Studien, 401.

³ Einiges über Infusorien. AMA. IX. 1873.

Untersuchungen, welche er an den Kernen in Furchung begriffener Eier von *Cucullanus elegans* anstellte, die vollkommene Uebereinstimmung der feinen Fäden der Kernspindel mit den während der Conjugation der Infusorien an den sich theilenden Nucleolen auftretenden Fäden entschieden aussprach.¹ — Diese Behauptung wurde später von BÜTSCHLI in seiner, auf ausgedehnte Untersuchungen gestützten hochwichtigen Arbeit über den Furchungsprocess, die Zelltheilung und die Conjugation der Infusorien² fest begründet und glänzend gerechtfertigt.

Durch die Untersuchungen von BÜTSCHLI wurde die Lehre von der Identität der Nucleolen der Infusorien mit Hoden, sowie der in den während der Conjugation in mehrere Theile zerfallenden Nucleolen auftretenden zarten Fäden mit zur Befruchtung bestimmten Spermatozoiden endgiltig widerlegt und als falsch nachgewiesen; es sind das in der That nichts weiter, als vorübergehend bestehende und bald wieder verschwindende zarte Fäden, wie sie an den Kernen von Thier- und Pflanzenzellen während der Theilung, ferner, wie zu sehen war, an den Nucleolen der Ciliaten während einer jeden Theilung, endlich auch während der Theilung oder Sprossenbildung in den Kernen zahlreicher Protisten auftreten. Obschon die physiologischen Aufgaben dieser zarten Fäden bisher unbekannt ist, so kann doch entschieden behauptet werden, dass dieselben Spermatozoiden gewiss nicht entsprechen, da doch eine Entstehung von Spermatozoiden in Zellkernen, namentlich in Kernen von eben erst befruchteten Eizellen nicht anzunehmen ist. Eine consequente Fortführung des Ideengangs müsste aber folgerichtig zu diesem paradoxen Schluss führen, da die «Samenkapseln» der Ciliaten und die Kernspindeln der sich zur Theilung anschickenden Zellen bis ins kleinste Detail übereinstimmen.

Nach alldem ist es klar, dass der Conjugationsprocess der Infusorien zu etwas ganz Anderem führen muss, als dies die verführerische Theorie von BALBIANI lehrte, und man wird gewiss auch den Endproducten der Conjugation, den durch imaginäre Spermatozoiden befruchteten Eiern, deren Legen und weitere Entwicklung von BALBIANI nicht direct be-

obachtet werden konnte, mit dem grössten Misstrauen begegnen.

In der That führten die von zwei Forschern, nämlich BÜTSCHLI¹ und ENGELMANN² beinahe gleichzeitig veröffentlichten neueren Untersuchungen zu dem Ergebniss, dass die Infusorien eben so wenig vor, als nach der Conjugation Eier produciren.

Bevor ich auf Grund unserer derzeitigen Kenntnisse ein Resumé über das Wesen des Conjugationsprocesses gebe, scheint es zweckmässig, die in den Hauptzügen übereinstimmenden, obschon in manchen Details recht abweichenden Ergebnisse der genannten zwei Forscher zur Erleichterung der Vergleichung gegenüberzustellen; als Beispiel diene das schon oben angeführte *Paramecium Aurelia*, sowie, von den Vorticellinen *Carchesium polypinum* und *Epistylis plicatilis*.

Bütschli (1876.)

Engelmann (1876.)

1. *Paramecium Aurelia*.

a) Während der Syzygie.

Der *n.* ist ursprünglich ein mit einer zarten Membran umgebener ovaler Körper und wird grösstentheils von einer dunkeln, granulirten, zuweilen deutlicher längsgestreiften Substanz gebildet, welche mit der Membran durch eine kleine helle, homogene Partie in Verbindung steht.

Während der Conjugation beginnt der *n.* zu wachsen, die helle Partie schwillt an, und in derselben differenziren sich zarte Fasern, wodurch die granulirt-gestreifte dunkle Substanz wie an einem an der Membran fixirten Fadenbüschel zu hängen scheint. — Hierauf spitzt sich der beträchtlich angewachsene *n.* gegen beide Enden zu; der gleichfalls länger gewordene Fadenbüschel aber neigt sich — da sich die Membran von demselben bloß einseitig ab-

Der *n.* zerfällt unter beträchtlichem Anwachsen, und indem sein Brechungscoefficient kleiner wird, in zwei, dann vier, zuweilen acht gleiche Theile («Samenkapseln»), wobei die Substanz eine fibröse Structur annimmt.

¹ Entwicklungsvorgänge etc. ZWZ. XXV. (1875) 208.

² Studien etc.

¹ Studien etc. Abh. d. Senckenberg. Naturf. Gesellsch., X, 1876.

² Ueber Entwicklung etc. MJ. I. 1876.

Bütschli.

Engelmann.

hebt — der einen Biegung der Membran entsprechend zur Seite, und der ganze *n.* wird mehr-weniger spiralig gewunden (Vgl. BALBIANI).

Der auf diese Weise veränderte *n.* theilt sich nicht unmittelbar, sondern wird zuerst wieder kleiner und eiförmig; auf dieser Phase wird die Substanz grösstentheils aus dunkeln Fasern gebildet, welche mittelst eines hellen Fadenbündels mit der Membran zusammenhängen. Vor Beginn der Theilung differenzirt sich auch hinter den dunkeln Fasern ein zarter Fasernbündel, so dass der veränderte *n.* eine eiförmige Kapsel bildet, welche in der mittleren Zone aus Stäbchen ähnlichen stärkeren Fasern besteht, die an den beiden Enden in zarte, helle Fäden auslaufen: d. h. der *n.* entspricht ganz der mit einer gut entwickelten Kernplatte versehenen Kernspindel. — Hierauf wird die mittlere Zone dem Aequator entsprechend halbt, und die entzwei getheilten Elemente der Kernplatte ziehen sich in die zwei Enden der Kapsel zurück, während sie in der Mittelzone durch zarte Fäden verbunden bleiben. Ist dies geschehen, so wird die Theilung auch äusserlich sichtbar; die Kapsel streckt sich in die Länge, und während ihr lang ausgezogenes Mittelstück, welches die zarten Fäden enthält, allmählig dünner wird, beginnen die stäbchenartige Elemente enthaltenden, dickern Enden keulenförmig anzuschwellen. Der die keulenförmigen Endtheile verbindende Faden wird immer dünner, bis er gänzlich durchreisst, worauf die beiden, auf diese Weise entstandenen Kapseln zu der

Bütschli.

Engelmann.

vor der Theilung der Kapsel bestandenen Structur zurückkehren, d. h. wieder als dunkle faserige, von einem Punkt aus mit der Membran durch einen feinen Fadenbündel verbundene Körper erscheinen. Indem die Theilung sich in der geschilderten Weise noch zweimal wiederholt, sind zu Ende der Conjugation acht längs gestreifte «Samenkapseln» vorhanden, deren Streifen aber Spermatozoiden gewiss nicht entsprechen.

Ein gegenseitiger Austausch der Kapseln der conjugirten Paare ist nicht ausgeschlossen; die zur Klarstellung des Sachverhalts ausgeführten Untersuchungen ergaben aber kein bestimmtes Resultat.

Besondere Geschlechtsgänge und Oeffnungen sind nicht vorhanden.

Die am *N.* der conjugirten Paare beobachteten Veränderungen hat BALBIANI ganz genau beschrieben und die Beobachtungen von BÜTSCHLI bestätigen die Richtigkeit der BALBIANI'schen Angaben.

Die Nucleolen werden vor oder nach der ersten-zweiten Theilung ausgetauscht; ihre Streifen sind aber keine Spermatozoiden.

Besondere Geschlechtsgänge und Oeffnungen sind nicht vorhanden.

Was den *N.* betrifft, sind die BALBIANI'schen Untersuchungen vollkommen richtig.

b) Nach der Syzygie.

Der *N.* löst sich ganz in der von BALBIANI beobachteten und genau beschriebenen Weise in einen verschlungenen cylindrischen Strang auf und wird, wie der Kern gewisser Acinetiden, vielfach verzweigt, um schliesslich in überaus zahlreiche kugelige Stücke zu zerfallen, zwischen denen der Zusammenhang vollständig aufhört. Während dieser Zerstückelung bekommt die Kernsubstanz eine deutlich hervortretende streifig-faserige Structur, welche jedoch binnen Kurzem in eine gleich-

Der *N.* zerfällt in der von BALBIANI beschriebenen Weise in kleine kugelige Stücke. Während dieser Zerstückelung nimmt das Lichtbrechungsvermögen der *N.*-Substanz ab, und demgemäss der Wassergehalt wahrscheinlich zu.

Aus den Theilen der zerstückelten *N.* werden, vielleicht einfach durch Wachsenthum, oder durch Verschmelzen mehrerer kleiner Stückchen kugelige Körper gebildet, von welchen einige, von den Autoren Eier oder Keimkugeln genannt, rasch heran-

Bütschli.

mässige feine Granulirung der dunklen Substanz übergeht; an letzterer lässt eine Behandlung mit Essigsäure einen homogenen inneren Körper und eine granulirte äussere Schicht erkennen.

Die vordem noch scharf längsgestreiften acht Nucleoluskapseln zeigen schon zu Beginn der Zerstückelung des strangförmigen Kerns Veränderungen; dieselben werden abgerundet, und ihr längsgestreifter Inhalt verwandelt sich auf Zusatz von Essigsäure in eine gleichmässig fein granulirte, ziemlich dunkle Substanz. Dieser Zustand dauert bis zum vollständigen Zerfall des Kerns, wo dann, etwa einen Tag nach der Trennung der conjugirt gewesenen Paare, vier Kapseln zu grossen, hellen Kugeln anwachsen; diese sind nichts weiter als die von BALBIANI für Eier, von STEIN für Keimkugeln angesprochenen Gebilde. Diese hellen Kugeln sind von einer zarten Membran umgeben und lassen in der homogenen Substanz einen noch helleren Fleck, das von BALBIANI und KÖLLIKER für einen Keimfleck gehaltene Gebilde erkennen, welches durch Carmin und Fuchsin sich nicht färben lässt und einer Vacuole entsprechen dürfte. Häufig gelingt es neben diesen vier hellen Körpern auch noch die vier bedeutend kleiner gewordenen Nucleoluskapseln aufzufinden; diese stellen von den Kernstücken nur schwer zu unterscheidende, feingranulirte dunkle Kugeln vor. Häufiger sind Individuen, welche drei oder zwei geschrumpfte Nucleoluskapseln enthalten, endlich solche, in welchen keine Spur mehr der rückgebildeten Kapseln zu finden ist.

Engelmann.

wachsen. Durch wiederholte Verschmelzung wird die Zahl dieser Elemente stetig geringer, bis schliesslich durch Verschmelzung der letzten Stücke wieder ein einziger N. zu Stande kommt. Während dieses, jedenfalls einen oder mehrere Tage beanspruchenden Processes stellt sich die ursprüngliche physikalische und chemische Beschaffenheit der Kernsubstanz wieder her.

Bütschli.

Höchst wahrscheinlich werden die geschrumpften Kapseln aus dem Leib des Ciliaten eliminirt, dafür spricht wenigstens der Umstand, dass die Entleerung geschrumpfter Nucleoluskapseln bei mehreren Infusorien unmittelbar beobachtet werden konnte.

STEIN giebt die Zahl der hellen Kugeln mit vier bis zwölf an; dem gegenüber hebt BÜTSCHLI entschieden hervor, gleich BALBIANI und KÖLLIKER, nie mehr als vier gesehen zu haben.

Drei bis vier Tage nach beendigter Conjugation zeigen zwei von den hellen Kugeln wesentliche Veränderungen. — Ihre Substanz wird grobgranulirt oder noch häufiger sehr auffallend gestreift, die Form länglich-oval oder spindelförmig; d. h. sie erhalten ganz das Aussehen der sich zur Theilung anschickenden gewöhnlichen Nucleolen. Inzwischen tritt in den zwei anderen hellen Kugeln, sowie in den Kernfragmenten eine dunkle Körnelung auf und ihre Substanz stimmt immer mehr mit der Substanz gewöhnlicher Kerne überein. Nachdem die Theilung der den Nucleolen ähnlichen Körper stattgefunden, enthalten die conjugirt gewesenen Paramecien zwei kernartige helle Körper, vier Nucleolen und mehrere Kernfragmente. — Aus solchen Individuen kommen die gewöhnlichen durch wiederholte Theilung zu Stande, welche schliesslich zu einer, mit einem N. und einem n. versehenen Nachkommenschaft führt.

Das Endergebniss des Conjugationsprocesses, welches von seinem Beginn bis zum Auftreten der Individuen mit einem N. und einem n. etwa

Engelmann.

Die Conjugation führt, kurz zusammengefasst, dahin, dass der alte N. in kleine Stücke zerfällt und sich aus diesen von Neuem

Bütschli.

6—10 Tage in Anspruch nimmt, besteht demnach darin, dass der alte *N.* zerfällt und ganz neue Kerngebilde zur Entwicklung kommen, von welchen der *n.* aus einem Theilungsstück des alten *n.*, der neue *N.* aber sich wahrscheinlich nicht ausschliesslich aus der aus einem *n.*-Stück zu Stande gekommenen hellen Kugel, sondern vermuthlich aus diesem und aus einigen mit demselben verschmolzenen Bruchstücken des alten *N.* entwickelt. Uebrigens wäre es auch möglich, dass sich die Kernfragmente an der Bildung des neuen Kerns überhaupt nicht betheiligen, sondern, wie bei anderen Infusorien ausgeworfen werden; in diesem Fall dürfte sich der neue *N.* ganz aus einer jener hellen Kugeln entwickeln, welche selbst wieder aus einem Stück des *n.* entstanden ist.

Die von STEIN im vergrösserten *N.* beobachteten stäbchenförmigen Körper sind keine Spermatozoiden, sondern Parasiten; dasselbe steht auch von den von STEIN beschriebenen acinetenförmigen Embryonen.

Engelmann.

aufbaut. Der neue *n.* entwickelt sich wahrscheinlich durch Abschnürung aus dem neuen *N.*

Stimmt mit den Ergebnissen von BÜTSCHLI, resp. BALBIANI ganz überein.

Bütschli.

Carchesium polypinum.

Theile. Nach beendigter Copulation können zwischen den Kernstücken zwei die Structur von Kernspindeln aufweisende, längsgestreifte spindelförmige Gebilde unterschieden werden. Ob sich diese, wie BALBIANI behauptet, aus den getheilten Nucleolen der Mikrogonidien entwickelt haben, konnte nicht entschieden werden.

In einem späteren Stadium tritt neben den Kernfragmenten eine zwischen 7 bis 15 wechselnde Anzahl heller Kugeln auf, welche vermöge ihrer Grösse und Helligkeit von den kleineren, blassen, dunkleren Kernfragmenten scharf abstechen. Diese Kugeln lassen im Centrum ein ganz helles Bläschen, in diesem wieder ein kleines dunkles Körperchen, d. h. ein einem bläschenförmigen Kern ähnliches Gebilde erkennen. — Die Substanz trennt sich bei Behandlung mit Essigsäure in eine von einer zarten Membran begrenzte dunkle Corticalschicht und in eine, das soeben erwähnte Gebilde einschliessende, gleichfalls dunkle Binnensubstanz; letztere steht mit der Corticalschicht durch feine radiäre Fäden in Verbindung. Diese Körper sind, ohne Zweifel, mit den von BALBIANI für Eier, von STEIN aber bei den Kolonien nicht bildenden Vorticellinen für Keimkugeln angesprochenen identisch. Die Entwicklung derselben konnte BÜTSCHLI zwar nicht unmittelbar beobachten, setzt aber, auf Grund von an anderen Infusorien angestellten Beobachtungen dennoch bestimmt voraus, dass dieselben sich aus den wiederholt getheilten Nucleolen entwickelt haben.

Engelmann.

Epistylis plicatilis.

ziemlich starker Lichtbrechung. — Hierauf folgt die Theilung der Makrogonidienkerne in einige grössere Stücke, welche durch fortgesetzte Theilung 30 bis 35 Kügelchen zu Stande bringen; letztere mengen sich, nach dem Einschmelzen der Mikrogonidie unter die vorigen.

In diesem Zustand verharrt der Process $\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}$ Tage lang unverändert; bloss die Kernfragmente sind offenbar in Folge der Theilung zahlreicher und kleiner, die Substanz aber heller geworden.

Hierauf beginnt die Neubildung der Kerne. 4—7 Kernfragmente trennen sich von den übrigen, wachsen rasch an, wahrscheinlich auf Kosten der übrigen Fragmente; wenigstens kann dies aus der stetigen Abnahme der kleinen Kernfragmente gefolgert werden. Diese grossen Kugeln — die von BALBIANI für Eier, von STEIN für Keimkugeln angesprochenen Gebilde — werden später gleichfalls weniger, indem dieselben nacheinander zu 4, 3, 2 ei- oder nierenförmigen kernartigen Körpern verschmelzen. Endlich verschmelzen auch die letzten zwei nierenförmigen Körper, womit der hufeisenförmige neue Kern fertig ist.

Kernkörperchen sind nach ENGELMANN bei den Vorticellinen nicht vorhanden.

2. *Carchesium polypinum* und *Epistylis plicatilis*.*

Knospenförmige Conjugation.

Bütschli.

Carchesium polypinum.

Die Kerne der Makrogonidien sowie auch der mit diesen verschmelzenden Mikrogonidien zerfallen in viele

Engelmann.

Epistylis plicatilis.

Zuerst zerfallen die Kerne der Mikrogonidien durch wiederholte Theilung in 12 bis 18 kleine Kügelchen von

* Bei diesen zwei, Kolonien bildenden Vorticellinen verläuft die knospenförmige Conjugation gewiss ohne wesentliche Unterschiede, so dass es wohl nichts an der Sache ändert, wenn sich die hier gegenübergestellten Beobachtungen der beiden Forscher auf, zwar zwei verschiedenen Gattungen angehörige, aber nahe verwandte Vorticellinen beziehen.

Bütschli.

Carchesium polypinum.

Die helle Kugeln enthaltenden Carchesien theilen sich zu wiederholten Malen; da aber unter den Theilungshälften auch die Kugeln getheilt werden, so vermindert sich stetig ihre Zahl, bis die Reihe durch Individuen mit blos je einer hellen Kugel abgeschlossen wird. Diese Kugeln werden zuerst beträchtlich grösser — und entsprechen auf diesem Stadium den STEIN'schen Placenten — um schliesslich die regelmässige Hufeisenform der Kerne anzunehmen.

Bereits auf dem Stadium, wo die zukünftigen Kerne noch grosse helle Kugeln («Placenten») bilden, können neben denselben *n.* unterschieden werden, — vielleicht nichts weiter als die nach BALBIANI unverändert bleibenden Nucleolen der Makrogonidien.

Die Kernfragmente, welche sich in Folge der wiederholten Theilung der Mutter-Individuen an mehrere Theilungssprosslinge vertheilen, participiren am Aufbau der neuen Kerne nicht, sondern werden wahrscheinlich ausgeworfen.

Aus obiger Zusammenstellung ist klar ersichtlich, dass durch die neueren Forschungen, so sehr auch die einzelnen Details abweichen mögen, bestimmt nachgewiesen wurde, dass bei der Conjugation der Infusorien weder befruchtete Eier, noch auch Embryonen gebildet werden. Demnach ist die Lehre von der geschlechtlichen Fortpflanzung der Infusorien in der, in einer Richtung von BALBIANI, in der anderen von STEIN entwickelten Form, als endgiltig widerlegt zu betrachten.

Nach alldem tritt uns nun die Frage entgegen: worin denn eigentlich das Wesen und die Bedeutung des Conjugationsprocesses der Ciliaten liege? Auf diese Frage lässt sich auf Grund der derzeitigen

Engelmann.

Epistylis plicatilis.

Kenntnisse eine ziemlich befriedigende Antwort ertheilen, welche im folgenden Capitel besprochen werden soll.

Wesen und Bedeutung des Conjugationsprocesses der Infusorien.

Die aufgeworfene Frage wird von den zwei Forschern — von jedem auf Grund seiner eigenen Forschungen — in vollkommen übereinstimmendem Sinne beantwortet:

«Die Conjugation der Infusorien leitet nicht zu einer Fortpflanzung durch «Eier», «Embryonalkugeln» oder irgend welche andere Keime, sondern zu einem eigenthümlichen Entwicklungsprocess der conjugirten Individuen, den man als Reorganisation bezeichnen kann» (ENGELMANN).¹

«Die Bedeutung des Conjugationsactes ist eine Verjüngung der ihn begehenden Thiere» (BÜTSCHLI).²

Die an den Kerngebilden am auffallendsten hervortretende Reorganisation oder Verjüngung bleibt wahrscheinlich in keinem einzigen Fall blos auf die Kerngebilde beschränkt, sondern erstreckt sich auch auf andere Körpertheile. — Sichere Beispiele einer totalen Reorganisation, einer wirklichen Verjüngung oder *Umprägung* des ganzen Körpers bieten, wie ENGELMANN sagt,³ die *Euplotinen* und *Oxytrichinen*, bei welchen sich während der Conjugation — wie weiter oben zu sehen war — im Rahmen des alten Individuums ein ganz neues entwickelt. Das alte Individuum liefert dem neuen das Material und zugleich das Terrain zum Aufbau. — Bei anderen Arten scheint nach den bisherigen Untersuchungen die Reorganisation nur eine partielle zu sein, doch ist es nicht unwahrscheinlich, dass die totale Reorganisation auch bei diesen noch nachgewiesen werden wird.

Dass eine vollständige Reorganisation des Organismus auch bei solchen Ciliaten stattfindet, bei welchen dieser Process unter minder auffallenden Veränderungen verläuft, als bei den *Oxytrichinen* und *Euplotinen*, dafür spricht die von ENGELMANN bei den *Paramecien* beobachtete Neubildung des ganzen Wimpersystems,⁴ ferner die bereits erwähnte

¹ Diss. cit., 62S.

² Op. cit., 420.

³ Op. cit.

⁴ Diss. cit., 629.

Beobachtung von BÜTSCHLI, dass bei *Bursaria truncatella* und *Colpidium Colpoda* der Mund während der Conjugation gänzlich verschwindet und nach Ablauf der Conjugation neugebildet wird. Nach eigenen Untersuchungen kann ich noch hinzufügen, dass ich auch die stäbchenförmigen Körperchen der *Paramecien* sowie von *Litonotus Fascicola* nach der Conjugation sich Neubilden sah.¹

Für die Reorganisation des Plasmaleibes selbst liegt der Beweis in dem Verschwinden der aus Reservematerial bestehenden Brocken, sowie in einer bei zahlreichen Infusorien während der Conjugation zu beobachtenden Anhäufung jener stark lichtbrechenden Körnchen, welche wahrscheinlich Zersetzungsproducten entsprechen, und von BÜTSCHLI wohl mit Recht mit dem während der Conjugation wesentlich gesteigerten Stoffwechsel oder Stoffverbrauch in Verbindung gebracht wurden.

Dass die totale Reorganisation nicht bei allen Infusorien so leicht zu erkennen ist, wie bei den *Oxytrichinen* und *Euplotinen*, dürfte, meiner Auffassung nach, theils darin seine Erklärung finden, dass die übrigen Infusorien kein so hoch differenziertes Ciliensystem, an dem die Neubildung eben am meisten auffällt, aufzuweisen haben; andererseits aber auch darin, dass einzelne Phasen der Reorganisation, welche mehrere Tage beansprucht, erst nach beendigter Conjugation an den bereits wieder getrennten Individuen auftreten. So sah z. B. BÜTSCHLI bei *Colpidium Colpoda* den während der Conjugation rückgebildeten Mund erst 7 Tage nach der Trennung wieder auftreten;² hier hatte also der ganze Verjüngungsprocess — wenn wir für die Conjugation selbst 1—2 Tage annehmen — 8 bis 9 Tage beansprucht, und auch die einzelnen Phasen der Reorganisation waren auf diese verhältnissmässig lange Zeit vertheilt, und in Folge dessen war es unmöglich, dieselben Schritt für Schritt zu verfolgen und vom ganzen Verlauf des Verjüngungsprocesses ein zusammenhängendes Bild zu gewinnen.

Die auffallendsten Erscheinungen der Reorganisation zeigen sich an den Kerngebilden.

Die Art und Weise, wie die Reorganisation der Kerngebilde verläuft, kann beim heutigen Stand unserer Kenntnisse nicht als endgiltig festgestellt angenommen werden. Wie aus obigen Beispielen ersicht-

lich sein dürfte, haben die beiden competentesten Autoren, ENGELMANN und BÜTSCHLI, diesbezüglich in wesentlichen Punkten abweichende Anschauungen. Während nämlich beide Forscher hinsichtlich des fundamentalen Satzes einig sind, dass aus den, in mehr-weniger Stücke getheilten Kernen weder Eier, noch Keimkugeln zu Stande kommen, und dass die längsgestreiften Theilstücke der Nucleolen keinen Samenkapseln entsprechen, und endlich, dass sich an die Stelle der alten Kerngebilde neue entwickeln: weichen sie betreffs der Art und Weise, wie die Kerngebilde neugebildet werden, wesentlich von einander ab.

Die Ansicht der beiden Forscher über die Reorganisation der Kerngebilde lässt sich kurz in folgende Sätze zusammenfassen.

Engelmann.*

Der N. zerfällt in 2 (*Euplotes*), oder 4 (*Oxytrichina*), oder gar sehr viele Theile (*Paramecium*).

Auch der einzige, oder in Mehrzahl vorhandene n. zerfällt in zwei bis vier, selten (*Paramecium Aurelia*) in acht längsgestreifte Stücke, welche wahrscheinlich gegenseitig ausgetauscht werden und, obschon die Streifen keinen Spermatozoiden entsprechen, dennoch wahrscheinlich einen befruchtenden Einfluss auf die Kernstücke ausüben, worauf sie dann verschwinden.

Aus diesen (oder mindestens an ihrer Stelle) entwickelt sich entweder eine helle Kugel, welche heranwachsend dem von STEIN als Placenta bezeichneten Gebilde entspricht (*Oxytri-*

Bütschli.**

Der N. bleibt in manchen Fällen (bei *Paramecium Bursaria*, *Chilodon Cucullulus*, *Colpidium Colpoda*, *Blepharisma lateritia*) ungetheilt, wird aber zumeist in einige wenige oder in sehr viele Theile zerstückelt.

Der einzige, oder in Mehrzahl vorhandene n. zerfällt in 2 bis 8 Stücke, welche während der Theilung, die für in Theilung begriffene Kerne charakteristische Kernspindel-Structur annehmen, und welche vielleicht gegenseitig ausgetauscht werden.

Bei der Bildung des neuen N. kommt den Nucleolen die wichtigste Rolle zu. Der ungetheilte alte N. wird häufig gänzlich ausgestossen (*Colpidium*, *Chilodon*, *Glaucoma*, *Blepharisma*), oder verwächst (*Paramecium Bur-*

* Untersucht wurden folgende Infusorien:

Paramecium Aurelia, *P. Bursaria*, *E. ambiguum*, *Stylonychia Mytilus*, *St. pustulata*, *St. Histrio*, *Pleurotricha lanceolata*, *Euplotes Charon*, *Vorticella microstoma*, *Epistylis plicatilis*.

** Untersucht wurden folgende Infusorien:

Paramecium Aurelia, *P. putrinum*, *P. Bursaria*, *Cyrtostomum leucas*, *Colpidium Colpoda*, *Glaucoma scintillans*, *Blepharisma lateritia*, *Chilodon Cucullulus*, *Condyllostoma Vorticella*, *Bursaria truncatella*, *Stylonychia Mytilus*, *St. pustulata*, *Euplotes Charon*, *Vorticella Campanula*, *Carchesium polypinum*.

¹ Természetrajzi füz. II. (1878) 229.

² Studien, 313.

Engelmann.

chinen, *Euplotes*) und sich später in einen normalen Kern umwandelt; oder mehrere Kernstücke wachsen zu hellen Kugeln an, welche schliesslich zu einem einzigen neuen Kern verschmelzen (*Paramecien*).

Der oder die neuen Nucleolen bilden sich wahrscheinlich durch Abschürfung aus dem neuen N.

Bei den *Oxytrichinen* und *Euplotes* treten neben der Placenta 3—7 stark lichtbrechende Kugeln auf, welche später wieder verschwinden und wahrscheinlich in allen Fällen durch die Afteröffnung entleert werden; dies wurde wenigstens bei *Stylonychia Histrio* beobachtet. Diese stark lichtbrechenden Kugeln scheinen mit den im Plasma sich anhäufenden kleinen Schöllchen von gleicher Natur, und weder Eiern, noch Keimkugeln entsprechende ganz leblose Massen zu sein.

Die *Vorticellinen* haben kein n. Die Reorganisation des N. erfolgt hier, von untergeordneten Details abgesehen, ganz in der weiter oben bei *Epistylis plicatilis* geschilderten Weise.

Wie aus diesen Forschungsergebnissen ersichtlich, handelt es sich gar nicht mehr darum, ob Eier oder Keimkugeln und Embryonen gebildet werden, und welche die eigentlichen Spermatozoiden sind? Diese Fragen müssen als endgiltig gelöst betrachtet werden; dagegen erheischen die Details des durch die Conjugation eingeleiteten Reorganisationsprocesses, oder der Wiedergeburt, namentlich aber die genaue Kenntniss der Reorganisation der Kernge-

Bütschli.

saria) mit einer, durch Verschmelzung zweier n.-Theile entstandenen hellen Kugel und wird zum neuen Kern.

Ein Theil der Fragmente des in mehrere Stücke zerfallenen N. verschmilzt mit einem der zu hellen Kugeln umgewandelten n.-Fragmente, und wird zum neuen Kern; oder es werden sämtliche N.-Fragmente ausgestossen, wo sich dann der neue N. aus einem der n.-Fragmente bildet; letzteres, nämlich dass der neue N. ausschliesslich aus einem n.-Stück hervorgeht, wird auch dann der Fall sein, wenn der ungetheilt gebliebene alte N. gänzlich ausgestossen wurde.

Der neue n. entwickelt sich stets aus einem n.-Fragment.

Die nicht aufgebrauchten Stücke von N. und n. werden ausgestossen, entsprechen aber weder Eiern, noch Keimen, sondern sind leblose Massen.

Da der neue N. sich ganz, oder zum Theil aus dem n. entwickelt, ist letzterer der primäre, jener aber der secundäre Kern.

Auch die *Vorticellinen* haben einen n. Die Reorganisation der Kerngebilde erfolgt hier, von untergeordneten Details abgesehen, ganz in der weiter oben bei *Carchesium polyppinum* geschilderten Weise.

bilde — trotz der werthvollen Untersuchungen von ENGELMANN, und besonders von BÜTSCHLI — noch weitere eingehende Studien. Nur diese werden schliesslich zu dem Standpunkt führen, von welchem aus die von BALBIANI etwas vorzeitig verkündeten Worte des Dichters: *Et nunc historia est, quod ratio ante fuit!* mit Berechtigung können ausgesprochen werden.

Nach all dem Vorgetragenen erheischen noch folgende Fragen eine kurze Erörterung:

1. Wodurch wird die Verjüngung der Organisation der conjugirten Infusorien eingeleitet?

2. Welchen Einfluss übt die Conjugation auf die Fortpflanzung der Infusorien?

3. In welcher Beziehung steht die Conjugation der Infusorien zu der von anderen niederen Organismen, sowie zur Befruchtung der Eizelle?

Was die erste Frage betrifft, so kann es — meiner Ansicht nach — keinem Zweifel unterliegen, dass der Verjüngungsprocess durch einen gegenseitigen Austausch von Substanztheilchen der conjugirten Individuen eingeleitet wird. Für diesen Austausch von Substanztheilchen sind die von BALBIANI vermutheten besonderen Geschlechtsgänge allerdings nicht vorhanden; allein sie sind auch durchaus nicht nothwendig, da die conjugirten Paare mit den sich berührenden Körpertheilen verwachsen, welche Verwachsung, wie oben hervorgehoben wurde, bei den *Stylonychien* gelegentlich, bei der zwischen gleichgrossen Individuen stattfindenden Conjugation der *Vorticellinen* aber constant zu einer totalen Copulation, bei der knospenförmigen Conjugation endlich zu einem totalen Aufgehen der Mikrogonidien in den Makrogonien führt. In letzterem Fall, welcher gleichsam den Superlativ der Conjugation vorstellt, ist die Vermischung der Körpersubstanzen ganz unverkennbar, während im ersteren Fall der gegenseitige Austausch wohl nur — aber mit vollem Recht — angenommen werden kann. Der von BALBIANI behauptete, von ENGELMANN und BÜTSCHLI aber für wahrscheinlich erachtete Austausch der durch wiederholte Theilung und Umwandlung der Nucleolen hervorgegangenen sogen. «Samenkapseln» muss derzeit noch für eine offene Frage angesehen werden. Würden die Nucleoluskapseln, wie ENGELMANN vermuthet, wirklich ausgetauscht, die neuen Kern-

gebilde aber sich aus den Fragmenten der alten Kerne bilden: so dürfte wohl die grösste Wahrscheinlichkeit dafür sprechen, dass die Reorganisation der Kerngebilde einer, von der aus dem anderen Individuum stammenden Nucleoluskapsel auf die zerfallenen Kernpartieen ausgeübten Einwirkung zuzuschreiben sei.¹ Indessen stehen die Untersuchungen von BÜRSCHLI — wie aus Obigem hervorgeht — mit dieser Auffassung in entschiedenem Widerspruch.

Zieht man alles Gesagte in Erwägung, so kann beim gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse nicht mehr behauptet werden, als dass während der Conjugation eine eigenthümliche Art der Befruchtung vor sich geht, welche zu einer Reorganisation oder Verjüngung der Paare führt; jene Elemente aber, welche diese Art von Befruchtung bewirken, zur Reorganisation den Anstoss geben, sind unbekannt.

Was die zweite Frage, das heisst den Einfluss betrifft, welchen die Conjugation auf die Fortpflanzung der Infusorien ausübt, kann beim gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse folgende Antwort ertheilt werden:

Bei den Infusorien ist bloss eine Fortpflanzungsart, nämlich die Theilung bekannt; denn die Knospenbildung ist nur eine besondere Art der Theilung. Auch die Conjugation führt zu keiner anderen Art von Fortpflanzung, sondern auch nur zur Theilung. Da nun sämmtliche Forscher darin einig sind, dass die in Folge der Conjugation verjüngten Infusorien sich gleichsam mit erneuerter Energie zur Theilung anschicken: so ist es nicht zu verkennen, dass der wesentliche Einfluss der Conjugation auf die Fortpflanzung darin zu suchen sei, dass die erschöpfte Fortpflanzungsenergie durch die von ihr angeregte Verjüngung geweckt wird.

Wie bereits von CLAPARÈDE und LACHMANN² betont und von allen neueren Forschern bestätigt wurde, tritt die Conjugation bei den Infusorien gleichsam epidemisch, das heisst stets gleichzeitig bei sehr vielen Individuen auf. Da nun durch die Conjugation, wie soeben erwähnt wurde, eine Potenzirung der Fortpflanzungsenergie in den verjüngten Infusorien herbeigeführt wird, wirft sich hier die neue Frage auf: wodurch wohl die epidemische, gleichzeitig bei sehr zahlreichen Infusorien

eintretende Erschöpfung der Fortpflanzungsenergie verursacht sein mag?

Nach BALBIANI¹ bildet die Conjugation im Leben aller zu einem Entwicklungscyclus gehörigen Infusorien, welche sich mehrere Generationen hindurch durch Theilung fortpflanzten, eine den Cyclus abschliessende und gleichzeitig einen neuen Cyclus eröffnende Epoche. Nach ihm sollten im Leben der Infusorien die sich ungeschlechtlich fortpflanzenden Generationen mit strenger Gesetzmässigkeit von der sich conjugirenden, geschlechtlichen Generation abgelöst werden, deren meist kleine Individuen nicht junge, sondern im Gegentheil die Aeltesten vorstellen.

Dem gegenüber wäre nach STEIN der die Conjugation der Infusorien herbeiführende Impuls gänzlich unbekannt, so viel aber gewiss, dass die geschlechtliche Fortpflanzung bei den Infusorien auf den verschiedensten Entwicklungsstufen eintreten kann und an derselben Localität gleichzeitig stets an sehr vielen Individuen beobachtet wird. Ferner bildet die geschlechtliche Fortpflanzung — wie STEIN fortführt — bei den meisten Infusorien nicht, wie bei allen höheren Thieren, das Endziel der Entwicklung, sondern kann auf jeder beliebigen Entwicklungsstufe auftreten.²

Beim Studium der knospenförmigen Conjugation von *Vorticella nebulifera* fand EVERTS, dass die Conjugation von der Verdunstung und dem Wassermangel bedingt sei.³

Die Richtigkeit dieser Behauptung konnte BÜRSCHLI nicht bestätigen, auch gelangte er durch Versuche mit anderen äusseren Einflüssen, namentlich bei Anwendung verschiedener Beleuchtung zu keinem sicheren Resultat.⁴ Dagegen schienen ihm einzelne, namentlich die an *Paramecium putrinum* angestellten Untersuchungen die BALBIANI'sche Auffassung zu bestätigen. Einige conjugirte Paare — sagt BÜRSCHLI⁵ — wurden am 9. November isolirt. Am nächsten Tag sah man dieselben sich trennen und rasch vergrössern, so dass schon am 11. November zahlreiche Exemplare die maximale Grösse erreicht

¹ ENGELMANN, diss. cit. 630.

² Études, III. 230.

¹ Observations et expériences sur les phénomènes sexuelles des Infusoires. CR. Tome 50. (1860) 1191—95.

² Der Org. II. 48—49.

³ Untersuchungen an *Vorticella nebulifera*. ZWZ. XXIII. (1873) 610.

⁴ Studien 269.

⁵ Op. cit. 270.

hatten. Nach einigen Tagen wimmelte das Wasser buchstäblich von zahllosen Paramecien. Am 14. Tag trat die Conjugation massenhaft auf. Aufs neue wurden vier solche Paare isolirt, deren Nachkommen sich am 27. November zu conjugiren anfangen. In allen Fällen bestanden die Syzygien aus kleinen Individuen.

Diese Beobachtungen sprechen in der That für eine regelmässige Periodicität der Conjugation, also für die BALBIANI'sche Auffassung. Dagegen wäre das aus inneren Ursachen erfolgende Eintreten der Conjugationsepidemien, wie BÜTSCHLI bemerkt, nur dann verständlich, wenn man berücksichtigt, dass die Bewohner einer Infusion in den meisten Fällen nur von wenigen Ahnen abstammen, dass sich mithin in einer jeden reichbelebten Infusion stets zahlreiche auf der nämlichen genealogischen Stufe stehende Individuen befinden, in welchen dann auch die von den Ahnen ererbten Eigenschaften gleichzeitig zur Geltung kommen müssen.

Meinerseits hege ich nicht den geringsten Zweifel, dass es in erster Reihe innere Ursachen sind, welche die Fortpflanzungsenergie erschöpfen und die Infusorien zur Conjugation nöthigen; ich möchte aber durchaus nicht bezweifeln, dass auch unbekannte äussere Ursachen zu einer Erschöpfung der Fortpflanzungsenergie führen, die Entwicklung einer Conjugationsepidemie aber beschleunigen können.

Möge nun die Conjugationsepidemie durch innere Ursachen allein oder im Bund mit äusseren, beschleunigenden Ursachen herbeigeführt werden: soviel scheint gewiss, dass sich das Vermögen der Infusorien, sich durch Theilung fortzupflanzen, bloss auf eine unbekannte Zahl von Generationen beschränkt; diesen folgen zumeist zwerghaft gewordene und demnach in Ernährung und Wachstum geschwächte Nachkommen, welche ihre erschöpfte Theilungsenergie durch die während der Conjugation stattfindende Verjüngung wieder herstellen.

Was die alten griechischen Philosophen über die Palingenese, die Verjüngung der alt gewordenen Welt lehrten, das trifft bei den Infusorien thatsächlich ein; so wie sich nach jener Hypothese aus dem Chaos des in Trümmer gefallenen Weltkörpers eine jüngere und vollkommenere Welt aufbaut: so baut sich auch aus dem während der Conjugation in Trümmer fallenden Infusorienkörper ein jugendlicher, kräftiger neuer Organismus auf, welcher durch Theilung wieder

eine ganze Reihe von Generationen zu erzeugen vermag; wie der mythische Phoenix, so gebären sich auch die alt gewordenen Infusorien wieder neu.

Die dritte Frage (in welcher Beziehung steht die Conjugation der Infusorien zu der von anderen niederen Organismen, sowie zur Befruchtung der Eizelle?) lässt, was ihren ersten Theil betrifft, nur einen Vergleich mit den niederen Algen (die grünen Flagellaten mitgerechnet) und Pilzen zu; unter den ersteren finden sich Analogieen bei den Zoosporeen, den Conjugaten und, was BÜTSCHLI mit Recht besonders hervorhebt,¹ bei den Diatomeen. Bei den übrigen Gruppen der thierischen Protisten ist theils die Conjugation noch viel zu unvollständig bekannt, als dass sie hier Berücksichtigung verdiente, theils führt sie, namentlich bei den Gregarinen, zu ganz anderen Ergebnissen und kann aus diesem Grund nicht berücksichtigt werden.

Ein Blick auf die Conjugation der niederen Algen und Pilze zeigt uns zunächst eine Uebereinstimmung mit den Ciliaten hinsichtlich der gesteigerten Fortpflanzungsenergie, sowie darin, dass die Conjugation auch bei den Algen und Pilzen einen Cyclus sich durch Theilung fortpflanzender Generationen abschliesst und einen neuen eröffnet. Während aber bei Algen und Pilzen zwischen den zwei Fortpflanzungszyklen offenbar in allen Fällen eine Unterbrechung durch den Ruhezustand der Zygosporen eintritt: bedürfen die Ciliaten vor Neubeginn der Fortpflanzung dieser Ruhezeit nicht. Dies ist einer der Hauptunterschiede zwischen der Conjugation der Algen und Pilze und der der Ciliaten.

Dass die Conjugation bei Algen und Pilzen in der Regel mit einer Copulation abschliesst, kann nicht als wesentlicher Unterschied gelten; bildet ja doch auch bei den *Acinetinen*, den *Vorticellinen* und häufig auch bei den *Stylonychien* und vielleicht auch bei anderen Ciliaten ein totales Verschmelzen den Abschluss der Conjugation; anderseits verschmelzen die Kerne der beiden Zellen, wie die Untersuchungen von SCHMITZ über *Spirogyra*² beweisen, auch bei den Algen in der nämlichen Weise, wie bei den Ciliaten. Demnach erstreckt sich die vollkom-

¹ Studien. 423.

² Bonner Sitzungsber. 4. Aug. 1879. 23. — Vgl. BERTHOLD, Befruchtungsvorgänge bei den Algen. Biolog. Centralbl. I. Nr. 12. (1881) 357.

mene Uebereinstimmung der Copulation der Algen und Ciliaten auch noch auf ein wichtiges Detail. Dem gegenüber ist zu beachten, dass nach den Untersuchungen von PRITZNER¹ bei gewissen Diatomeen, namentlich den Naviculaceen und Gomphonemeen die Plasmaleiber den conjugirten Paare nicht verschmelzen, sondern getrennt bleiben und sich zu Auxosporen entwickeln; hier wiederholt sich also das bei den Ciliaten bestehende gewöhnliche Verhalten.

Auch für die knospenförmige Conjugation der *Vorticellinen* findet sich bei den Algen, namentlich den Conjugaten ein analoger Vorgang, — selbst wenn man von der durch kleine männliche Zellen oder Spermatozoiden bewirkten Befruchtung (z. B. *Volvox*) gänzlich absehen will. Schon bei *Spirogyra* ist gleichsam der functionelle Unterschied zwischen den zwei gleich grossen Zellen ausgedrückt; die eine verbleibt auf der Stelle, während die andere sich nähert und in der ersten aufgeht. Bei *Sirogonium* ist der Functionsunterschied zwischen den verschmelzenden Zellen noch grösser, und beeinflusst bereits auch die Grösse der zwei Zellen. Nach DE BARY² legen sich bei dieser Alge je zwei gleiche Zellen knieförmig gebogen aneinander, worauf beide ihren Inhalt theilen, indem sich von der einen eine, von der anderen zwei sterile Zellen abschnüren. Erst nach dieser Theilung wird die Zellmembran resorbiert, und es zieht sich hierauf die kleinere Zelle zur grösseren hinüber, um in dieser aufzugehen. Auch hier wird also eine kleinere Zelle (Mikrogonidium) von einer grösseren (Makrogonidium) aufgenommen, wie bei der knospenförmigen Conjugation der *Vorticellinen*.

Bei den Ciliaten führt die Conjugation, wie wir sahen, zu einer sehr auffallenden Verjüngung oder Regeneration des Organismus, und es fragt sich nun, ob die Conjugation auch bei den Algen zu einer solchen Verjüngung führt? Diese Frage kann, meines Erachtens, entschieden bejaht werden. Die Reorganisation wird schon dadurch bedingt, dass sich aus zwei Zellen eine einzige bildet, — ein sonst ganz unverständlicher Vorgang, wenn nicht vorausgesetzt wird, dass die Organisation der zwei Zellen zu Grunde

geht, und aus den Trümmern derselben eine neue Zelle sich aufbaut. Andererseits kann und muss man in den Farbenveränderungen des Chlorophylls der Zygospore und in dem Wiederkehren der grünen Farbe nach der Ruhezeit, mit welchem die Lösung der in der Spore eingelagerten Reservestoffe einhergeht, untrügliche Zeichen einer Reorganisation erblicken.

Indessen ist bei der Reorganisation der Algen-Zygosporen ein Element nicht vorhanden, und das ist der Nucleolus, welcher — vorausgesetzt, dass homologe Gebilde bei den conjugirten Algenzellen nicht vorkommen — als eine speciellste Differenzierung der (mit Mund versehenen) Ciliaten angesehen werden muss.

Uebergehend auf der zweiten Theil der Frage (in welcher Beziehung steht die Conjugation der Infusorien zur Befruchtung der Eizelle?), muss zunächst constatirt werden, dass auch der Befruchtungsprocess der Eizelle seinem Wesen nach — wie bei den meisten einzelligen Organismen, und wenigstens bei einem Theil der Ciliaten — zu einer Verschmelzung zweier Zellen, einer relativ riesigen und einer zwerghaften, sowie zu einer durch Theilung erfolgenden raschen Fortpflanzung jener neuen Zelle führt, welche ihre Entstehung der Copulation zweier, für sich einer Fortpflanzung unfähiger Zellen verdankte. Dass die durch wiederholte Theilung der befruchteten Eizelle zu Stande gekommenen Zellengenerationen später gewisse gesetzmässige Form- und Structurveränderungen erleiden, und in einem polymorphen Zellstaat vereinigt bleiben, anstatt, wie die übereinstimmend organisirten Theilungssprosslinge der einzelligen Protisten getrennt zu leben oder höchstens in sehr einfachen Kolonien beisammen zu bleiben, in welchen die einzelnen Individuen trotz des Zusammenhanges mit den übrigen ihre Selbstständigkeit und ihre besondere Individualität vollkommen bewahren: das kann uns nicht hindern, die Befruchtung der Eizelle und die Conjugation der Protisten, ihrem Wesen nach, für identische Processe zu halten.

Dass die Conjugation der Protisten und die Befruchtung der Eizelle nur für Modificationen eines und desselben physiologischen Processes zu halten sind, dafür liefern die *Volvocineen* das überzeugendste Beispiel, indem sich bei *Pandorina Morum* zwei Schwärmzellen von gleicher Grösse, bei der

¹ HANSTEIN's Abb. Bd. I. 2. p. 70. — Vgl. BERTHOLD, diss. cit. 358.

² Conjugation. Leipzig. 1858. — Vgl. BERTHOLD, diss. cit. 356.

Gattung *Volvox* aber eine unbewegliche Riesenzelle mit einer zwerghaften Schwärmzelle conjugiren; bei ersteren ist die Conjugation als wahre Conjugation, bei letzteren als wahre Befruchtung aufzufassen.

Auch die bei den Ciliaten häufigste Art der Conjugation, welche zu keinem Verschmelzen der conjugirten Paare, sondern blos zum gegenseitigen Austausch gewisser Theile der Körpersubstanz führt, kann nicht als Motiv gelten, auf Grund dessen diese Art der Conjugation als ein, von dem totalen Verschmelzen, und folglich auch von der Befruchtung wesentlich verschiedener physiologischer Process müsste angesehen werden; findet ja doch die Conjugation auch bei zahlreichen Ciliaten, namentlich den *Acinetinen* und *Vorticellinen* mit einem totalen Verschmelzen ihren Abschluss, ja bei den *Stylonychien* führt sogar die Conjugation — wie wir sahen — bald zu einem totalen Verschmelzen, bald aber zu einer späteren Trennung der während der Conjugation verjüngten Paare. Meines Dafürhaltens dürfte sich diese Art von Conjugation, welche — wie erwähnt — auch bei gewissen Diatomeen beobachtet wurde und ganz den Stempel einer Begattung an sich trägt, erst secundär im Kampfe ums Dasein aus der gänzlichen Verschmelzung (Copulation) zweier Individuen entwickelt haben. Um das eigentliche Ziel zu erreichen, nämlich die erschöpfte Fortpflanzungsenergie zu beleben und die Fruchtbarkeit der Art zu erhöhen, dazu bietet sich ein gewiss kürzerer und mehr ökonomischer Weg, wie es die Copulation ist, in jener Modification, bei welcher blos die zur Verjüngung unbedingt nöthigen Substanzen ausgetauscht, und gleichzeitig zwei zu gesteigerter Fortpflanzung befähigte Individuen producirt werden. Bei einem Theil der Ciliaten ist nun diese Modification eingetreten und hat sich als vortheilhaft eben so stabilisirt, wie bei anderen Protisten und bei sämmtlichen Thieren die Copulation der verschiedenen grossen Zellen, d. h. die Befruchtung der grossen weiblichen Zelle durch die kleine männliche; ohne Zweifel hat sich auch dieser Process aus der einfachsten und ursprünglichen Art geschlechtlicher Fortpflanzung, nämlich aus der Copulation von gleich grossen Zellen erst secundär entwickelt.

Ein dem, bei den Ciliaten während und nach der Conjugation verlaufenden Reconstructionsprocess entsprechender Vorgang spielt sich auch in

der Eizelle ab. Die von AUERBACH, BÜTSCHLI, OSCAR HERTWIG, SELENKA, FOL und mehreren anderen Forschern über die Befruchtung der Eizelle und deren Vorbereitungen zur Furchung angestellten wichtigen Untersuchungen führten alle zu dem Ergebniss, dass die Eizelle vor, während und nach der Befruchtung in der That der Schauplatz eines Reorganisationsprocesses ist, welcher lebhaft an die bei den Ciliaten während und nach der Conjugation vor sich gehende Reorganisation und Verjüngung erinnert. Der alte Kern verändert seine Structur, wird in eine Kernspindel umgewandelt, worauf ein Theil — wie bei den Ciliaten die unverbrauchten Stücke der Kerngebilde oder der ganze alte Kern — in der Form von 1—2 *Richtkörperchen* ausgestossen wird; aus dem Kern aber wird schliesslich eine homogene Kugel, der sogen. *weibliche Pronucleus*. Inzwischen hat die ursprüngliche Anordnung der Dotterkörperchen eine wiederholte Veränderung erlitten, was das Auftauchen und Wiederverschwinden der sogen. *karyolytischen Sonnen- oder Sternfiguren* unzweifelhaft beweist. Das Endergebniss der Reorganisation besteht auch hier in einer Erneuerung des Kerns der zur Theilung sich anschickenden Zelle, was in der Weise geschieht, dass der, aus der in das Ei eingedrungenen, befruchtenden, Zelle gebildete sogen. *männliche Pronucleus* mit dem weiblichen Pronucleus zum *Furchungskern* verschmilzt.

Bei dem heutigen Stand unserer Kenntnisse von der Befruchtung spricht die Wahrscheinlichkeit dafür, dass die verjüngten Kerngebilde der Ciliaten, den Furchungskernen gleich, durch Verschmelzung zweier Kerne oder Nucleolen entstehen. Zieht man in Erwägung, dass nach BALBIANI und ENGELMANN die aus den getheilten Nucleolen der conjugirten Infusorien entstandenen Kapseln, die sogenannten «Samenkapseln» während der Conjugation gegenseitig ausgetauscht werden, was mit Bezug auf die *Paramecien* auch BÜTSCHLI für wahrscheinlich hält; wenn man weiterhin erwägt, dass nach ENGELMANN die Nucleoluskapseln auf die Kernfragmente befruchtend einwirken, so dass aus letzteren ein neuer Kern entsteht, und dass sich, nach BÜTSCHLI, bei *Paramecium Bursaria* der neue Kern durch Verschmelzen einer Nucleoluskapsel mit dem alten Kern bildet: so erscheint die Ansicht von OSCAR HERTWIG, wonach während der Conjugation der Kern der Ciliaten die Rolle des weiblichen, der Nucleolus

aber, resp. die aus dem anderen Individuum der Syzygie herübergewanderte Nucleoluskapsel die Rolle eines männlichen Pronucleus spielt, sehr wahrscheinlich.¹

Ob diese Ansicht richtig oder zu verwerfen ist,

¹ Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies. I. (1875) 386. Anm. a.

hierauf, wie auf so viele fraglichen Punkte in der Morphologie und Physiologie der Protisten sind fernere Untersuchungen berufen eine entschiedene Antwort zu ertheilen. — Unabsehbar erstreckt sich das noch unbekannte Gebiet, unbegrenzt erscheinen die der Forschung noch offen stehenden Gefilde, von welchen sich noch Manche ihre Lorbeeren pflücken können und werden!

AZ IRODALOM JEGYZÉKE.

(LITERATUR-VERZEICHNISS.)

Ebben a jegyzékben csak azokat a munkákat foglaltam össze, melyeket eredetiben s közvetlenül volt alkalmam tanulmányozhatni; azokat a dolgozatokat, melyeknek adatait más szerzők után vettem át, a maguk helyén s az illető forrás pontos megjelölésével idéztem; mellőzendőknek tartottam továbbá azoknak a nem csekély számú gyűjtőmunkáknak, kézikönyveknek stb. a fölvételét, melyeket munkám folyamában felhasználtam, s melyek az illető helyeken szintén pontosan idézvék.

A többször idézett folyóiratok czimeinél a következő rövidítésekkel éltem:

In dieses Verzeichniss wurden blos solche Werke aufgenommen, welche ich im Originale und unmittelbar studiren Gelegenheit hatte; Arbeiten, deren Angaben ich aus anderen Autoren übernahm, finden sich am betreffenden Ort, mit genauem Quellennachweis citirt. Ferner hielt ich die Aufnahme jener Sammelwerke, Handbücher u. s. w. von nicht geringer Anzahl für entbehrlich, deren ich mich zu vorliegender Arbeit bediente, und welche an den betreffenden Orten gleichfalls genau citirt sind.

Die bei den Titeln wiederholt citirter Zeitschriften angewendeten Abkürzungen haben folgende Bedeutung:

- AAP. = Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin,
- AMA. = Archiv für Mikroskopische Anatomie,
- AN. = Archiv für Naturgeschichte,
- CR. = Comptes rendus de l'Académie des Sciences,
- JZ. = Jenaische Zeitschrift für Medizin und Naturwissenschaft,
- MJ. = Morphologisches Jahrbuch,
- ZA. = Zoologischer Anzeiger,
- ZWZ. = Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie.

A munka czíme után tett Sep. különlenyomatot (separatumot) jelent.

Ein Sep. hinter dem Titel der Arbeit bedeutet »Sonderabdruck».

- Auerbach Leopold*, Ueber Encystirung von Oxytricha Pellicionella. ZWZ. V. (1854) 430. Taf. XXII. B.
- Ueber die Einzelligkeit der Amöben. ZWZ. VI. (1855) 365. Taf. XIX—XXII.
- Balbani G.*, Sur l'existence d'une génération sexuelle chez les Infusoires. CR. XXXXVI. (1858) 628.
- Recherches sur les organes générateurs et la reproduction des Infusoires dites polygastriques. CR XXXXVII. (1858) 383.
- Note sur un cas de parasitisme improprement pris pour une mode de reproduction des Infusoires ciliés. CR. L. (1860) 319.
- Observations et expériences sur les phénomènes de la reproduction fissipare chez les Infusoires ciliés. CR. L. (1860) 1191.

- Balbani G.*, Études sur la reproduction des Protozoaires. Du rôle des organes générateurs dans la division spontanée des infusoires ciliés. Journal de la Physiologie. III. Nr. IX. (1860) 71. Pl. III. IV.
- Recherches sur les phénomènes sexuels des infusoires. Extrait du Journ. de la Physiologie de l'homme et des animaux (1861, Janvier-Octobre) Pl. VIII—IX.
- Observations sur le Didinium nasutum (Stein). Arch. de Zool. expériment. II. (1873) Nr. 3 p. 363. Pl. XVII.
- Sur la génération sexuelle des Vorticelliens. CR. LXXXI. (1875) 676.
- Beneden Édouard van*, Recherches sur l'évolution des Grégarines. Bull. de l'Acad. roy. de Belg. 2 ser. XXXI. (1871) 325.
- Bergh R. S.*, Der Organismus der Cilioflagellaten. Eine

- phylogenetische Studie. MJ. VII. (1881) 177. Taf. XII—XIV.
- Bessels Emil, Haeckelina gigantea. Ein Protist aus der Gruppe der Monothalamien. JZ. IX. (1875) 265.
- Bory de Saint-Vincent, Dictionnaire classique d'histoire naturelle. Paris (1822—31) Tome I—XVII. (A véglényekre vonatkozó czikke.)
- Bronn H. G., Die Klassen und Ordnungen des Thierreichs in Wort und Bild. I. Amorphozoa. Mit zwölf lithograph. Tafl. und mehreren Holzsch. Leipzig und Heidelberg. 1859.
- Bruch C., Einige Bemerkungen über die Gregarinen. ZWZ. II. (1850) 110.
- Buck Emil, Einige Rhizopodenstudien. ZWZ. XXX. (1877) 1—49. Taf. I. II.
- Busch W., Anatomie von Trichodina. AAP. (1855) 357. Taf. XIV. A.
- Bütschli Otto, Notiz über das Vorkommen einer dem Amyloid verwandten Substanz in einigen niederen Thieren. AAP. (1870) 365. Taf. IX. B.
- Einiges über Infusorien. AMA. IX. (1873) 657. Taf. XXV—VI.
- Vorläufige Mittheilungen einiger Resultate von Studien über die Conjugation der Infusorien und die Zellentheilung. ZWZ. XXV. (1875) 426.
- Zur Kenntniss der Fortpflanzung bei Arcella vulgaris, Ehrb. AMA. XI. (1875) 459. Taf. XXV.
- Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung und die Conjugation der Infusorien. Abhandl. d. Senckenberg. Naturforsch. Gesellsch. X. (1876) Taf. I. XV.
- Ueber die Entstehung des Schwärmsprösslings der Podophrya quadripartita Cl. et L. JZ. X. (1876) 287. Taf. IX.
- Ueber den Dendrocometes paradoxus, Stein, nebst einigen Bemerkungen über Spirochona gemmipara und die contractilen Vacuolen der Vorticellen. ZWZ. XXVIII (1877) 49. Taf. VI.
- Beiträge zur Kenntniss der Flagellaten und einiger verwandten Organismen. ZWZ. XXX. (1878) 205. Taf. XI—XV.
- Kleine Beiträge zur Kenntniss der Gregarinen. ZWZ. XXXV. (1881) 384.
- Beiträge zur Kenntniss der Fischpsorospermien. ZWZ. XXXV. (1881) 629. Taf. XXXI.
- Dr. BRONN's Klassen und Ordnungen des Thierreichs. Erster Band. Neu bearbeitet: Protozoa. 1880—81. I—IX. Lief.
- Cienkowski L., Ueber Cystenbildung bei Infusorien. ZWZ. VI. (1855) 301. Taf. X. XI.
- Zur Genesis eines einzelligen Organismus. Bull. de la Cl. Phys.-Math. de la Acad. imper. d. Scienc. de Saint-Petersbourg. (1856) 262. Taf. I, II.
- Die Pseudogonidien. Jahrb. d. wiss. Botanik. I. (1857) 371. Taf. XXIV. B.
- Ueber parasitische Schläuche auf Crustaceen und einigen Insectenlarven (Amoebidium parasiticum m.) Botan. Zeitung. XIX. (1861) Nr. 25. p. 169. Taf. VII.
- Zur Entwicklungsgeschichte der Myxomyceten. Jahrb. d. wiss. Botan. III. (1862) 325.
- Cienkowski L., Das Plasmodium. Jahrb. d. wiss. Botanik. III. (1863) 400. Taf. XVII—XXI.
- Beiträge zur Kenntniss der Monaden. AMA. I. (1865) 203. Taf. XII—XIV.
- Ueber den Bau und die Entwicklung der Labyrinthu- leen. AMA. III. (1867) 274. Taf. XV—XVII.
- Ueber die Clathrulina, eine neue Actinophryen-Gattung. AMA. III. (1867) 311. Taf. XVIII.
- Ueber Palmellaceen und einige Flagellaten. AMA. VI. (1870) 421. Taf. XXIV.
- Ueber Schwärmerbildung bei Radiolarien. AMA. VII. (1871) 371. Taf. XXX.
- Ueber Schwärmerbildung bei Noctiluca miliaris. AMA. VII. (1871) 131. Taf. XIV—V. és ZWZ. XXII. (1872) 297.
- Ueber Noctiluca miliaris Sur. AMA. IX. (1873) 47. Taf. III—V.
- Ueber einige Rhizopoden und verwandte Organismen. AMA. XII. (1875) 15. Taf. IV—VIII.
- Certes A., Sur une méthode de conservation des Infusoires. CR. 1873. Sep.
- Note sur l'Haptophrya gigantea Maupas. Extr. du bull. de la Societ. zoolog. de France. 1879. Sep. Pl. 1.
- Sur la glycogène chez les Infusoires. CR. 1880. Sep.
- Note complémentaire sur la préparation et la conservation des organismes microscopiques. Extr. du bull. de la sociét. zoolog. de France. 1881. Sep.
- Sur un procédé de coloration des Infusoires et des éléments anatomiques pendant la vie. 1881. Sep.
- Sur la vitalité des germes de l'Artemia salina et du Blepharisma lateritia. CR. 1881. Sep.
- Claparède Édouard, Ueber Actinophrys Eichhornii. AAP. (1854) 398. Taf. XV. Fig. 1—6.
- Claparède Édouard et Lachmann Johannes, Études sur les Infusoires et les Rhizopodes. I—II. (1858—59) 1—482. Pl. I—XXIV. Extrait des tomes V. et VI. de l'Institut nat. genevois.
- Études sur les Infusoires et les Rhizopodes. Mémoires de l'Institut nat. genevois. VII. (1861) 1—291. Pl. I—XIII.
- Claus C., Bemerkungen zur Lehre von der Einzelligkeit der Infusorien. Verhandl. d. zool. botan. Gesellsch. in Wien. XXIV. (1874) 25.
- Cohn Ferdinand, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Infusorien. ZWZ. III. (1851) 257. Taf. VII.
- Ueber eine neue Gattung aus der Familie der Volvocinen. ZWZ. IV. (1852) 77. Taf. VI. Fig. 1—21.
- Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Infusorien. ZWZ. IV. (1853) 253. Taf. XIII.
- Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der mikroskopischen Algen und Pilze. Nova acta Acad. cæs. Leopold. Carol. XXIV. P. I. 1854.
- Beiträge zur Kenntniss der Infusorien. ZWZ. V. (1854) 420. Taf. XXII. A. Fig. 1—5.
- Ueber Encystirung von Amphileptus Fasciola Ehrb. ZWZ. V. (1854) 434. Taf. XXII. A. 6—7.
- Ueber Fortpflanzung von Nassula elegans E. ZWZ. IX. (1857) 143. Taf. VII. B.

- Cohn Ferdinand*, Neue Infusorien im Seeaquarium. ZWZ. XVI. (1866) 253. Taf. XIV. XV.
- Die Entwicklungsgeschichte der Gattung Volvox. Festschrift. Breslau. 1875. Mit einer Tafel.
- Czermak Johann*, Ueber den Stiel der Vorticellen. ZWZ. IV. (1853) 438. Taf. XVII. Fig. 1, 2.
- Czerny Vincenz*, Einige Beobachtungen über Amöben. AMA. V. (1869) 158.
- Dery Julien*, Note sur un Infusoire nouveau pour la Faune Belge. Bullet. de la Soc. Belge de Microsc. (1877–1878) 55.
- Dujardin Felix*, Histoire naturelle des Infusoires. Paris. 1841. Pl. 22.
- Dictionnaire universelle d'histoire naturelle. Paris. 1849. I–XIII. (A véglényekre vonatkozó cikkek.)
- Diesing C. M.*, Revision der Prothelminthen. Abth. Mastigophoren. Sitzungsber. d. math. naturw. Cl. d. kais. Akad. d. Wiss. LII. Jahrg. (1865) 287. Abth. Amastigen. U. o. 505.
- Dodel-Fort A.*, Infusorien als Befruchtung-Vermittler bei Florideen. Kosmos. III. Jahrg. 182.
- Duncker H. C. F.*, Ueber Blepharisma lateritia. ZA. (1879) 260.
- Eberhard Ernst*, Infusorienforschungen. Progr. d. Realschule zu Koburg. 1858. Taf. I–II.
- Zweite Abhandlung über die Infusorienwelt. Progr. d. Realschule zu Koburg. 1862. Taf. I–III.
- Beitrag zur Lehre von der geschlechtlichen Fortpflanzung der Infusorien. ZWZ. XVIII. (1865) 120.
- Eberth Jos.*, Ueber ein neues Infusorium im Darm verschiedener Vögel. ZWZ. XI. (1861) 98.
- Ecker Alex.*, Ueber den Bau und Leben der contractilen Substanz der niedersten Thiere. ZWZ. I. (1849) 218. Taf. XVIII.
- Zur Entwicklungsgeschichte der Infusorien. ZWZ. III. (1852) 412. Taf. XIII. Fig. 1–4.
- Ehrenberg Christian Gottfried*, Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Leipzig. 1838. Taf. I–XXXIV.
- Eichhorn Johann Conrad*, Beiträge zur Naturgeschichte der kleinsten Wasserthiere etc. Berlin und Stettin. 1781. Taf. I–VIII.
- Eichwald E.*, Beitrag zur Infusorienkunde Russlands. Bullet. d. Naturalistes de Moscou. XVII. 1844.
- Nachtrag zur Infusorienkunde Russlands. Bullet. d. Naturalistes de Moscou. 1847. 1849. 1852.
- Eimer*, Ueber die ei- und kugelförmigen Psorospermien der Wirbelthiere. Würzburg. 1870.
- Engelmann Theodor Wilhelm*, Ueber Fortpflanzung von Epistylis crassicolis etc. ZWZ. X. (1859) 278. Taf. XXII.
- Zur Naturgeschichte der Infusionsthierchen. ZWZ. XI. (1861) 347. Taf. XXVIII–XXXI.
- Ueber die Vielzelligkeit von Noctiluca. ZWZ. XII. (1863) 564.
- Ueber Entwicklung und Fortpflanzung von Infusorien. MJ. I. (1876) 573. Taf. XXI–XXII.
- Zur Physiologie der contractilen Vacuolen der Infusionsthierchen. ZA. I. (1878) 121.
- Engelmann Theodor Wilhelm*, Ueber Gasentwicklung im Protoplasma lebender Protozoen. ZA. I. (1878) 152.
- Entz Géza*, Nehány moha alatt élő gyökláburól. Kolozsvári orv. term. tud. társ. értes. I. 1876.
- A szamosfalvi sóstóban élő gyöklábuokról. Term. rajzi füzetek. I. (1877) 154. 2 tábl.
- Nehány szó a tengeri Amöbákről. Term. rajzi füzetek. I. (1877) 236.
- Zur Gasentwicklung im Protoplasma lebender Protozoen. ZA. (1878) 248.
- A bivaly garat- és bázrsing-izomzatában előforduló óriási orsóalakú psorospermia-tömlőkről. Kolozsvári orv. term. tud. társ. értes. III. 1878.
- Az alsóbb rendű állatoknál előforduló levélzöld testeskék természetéről. Kolozsvári orv. term. tud. társ. értes. I. 1876.
- A tordai és szamosfalvi sóstavak ázlag-faunája. Magy. orv. és term. vizsg. előpataki XVIII. nagygyűl. munkálatai. 2 tábl.
- A szamosfalvi sóstó néhány ázlagáról. Term. rajzi füzetek. II. (1878) 219. 3 tábl.
- Ueber die Natur der «Chlorophyllkörperchen» niederer Thiere. Biologisches Centralblatt. I. 646.
- Methoden zur Anfertigung von Dauerpräparaten mikroskopischer Organismen. ZA. (1881) 575.
- Everts E.*, Untersuchungen über Vorticella nebulifera. ZWZ. XXIII. (1873) 592. Taf. XXX.
- Eyferth B.*, Die einfachsten Lebensformen. Systematische Naturgeschichte der mikroskopischen Süßwasserbewohner. Mit. 5 Taf.
- Schyzophyten und Flagellaten. System. Naturgesch. d. mikrosk. Süßwasserbewohner. Braunschweig. 1879.
- Focke Gustav Woldemar*, Physiologische Studien. A. Wirbellose Thiere. I. Hft. Bremen. 1847.
- Physiologische Studien. A. Wirbellose Thiere. II. Hft. Bremen. 1854.
- Ueber schalenlose Radiolarien des süßen Wassers. ZWZ. XVIII. (1868) 345. Taf. XXV.
- Fraipont Julien*, Recherches sur les Acinétiens de la cote d'Ostende. Bull. de l'Acad. roy. de Belg. (1877–78) 247. 475.
- Frantzius Alexander de*, Analecta ad Ophridii versatilis historiam naturalem. Vratislaviae. 1849.
- Fresenius G.*, Beiträge zur Kenntniss mikroskopischer Wesen. 1858. Taf. I–III.
- Frey H.*, Das einfachste thierische Leben. Monatsschr. d. wissensch. Vereins in Zürich. 1858.
- Fromentel E. de*, Études sur les Microzoaires ou Infusoires proprement dits. Paris. 1874. Pl. XX.
- Gabriel B.*, Untersuchungen über Morphologie, Zeugung und Entwicklung der Protozoen. MJ. I. (1876) 335. Taf. XX.
- Zur Classification der Gregarinen. ZA. (1880) 569.
- Gegenbaur Carl*, Bemerkungen über Trachelius ovum E. AAP. (1857) 309.
- Gleichen Baron de*, Dissertation sur la génération, les animalcules spermatisques et ceux d'infusions. Paris. An VII.

- Greiff Richard*, Ueber einige in der Erde lebende Amöben und andere Rhizopoden. AMA. II. (1866) 299. Taf. XVII—XVIII.
- Ueber Actinophrys Eichhornii und einen neuen Süßwasserrhizopoden. AMA. III. (1867) 396.
- Ueber Radiolarien und radiolarienartige Rhizopoden des süßen Wassers. AMA. V. (1869) 464. Taf. XXVI—VII.
- Untersuchungen über den Bau und die Naturgeschichte der Vorticellen. AN. XXXVI—XXXVII. (1870—71) 185. Taf. IV—VIII.
- Pelomyxa palustris (Pelobius), ein amöbenartiger Organismus des süßen Wassers. AMA. X. (1873) 51. Taf. III—V.
- Ueber Radiolarien und radiolarienartige Rhizopoden des süßen Wassers. AMA. XI. (1874) 1. Taf. I. II.
- Grenacher H.*, Bemerkungen über Acanthocystis viridis Ehr. ZWZ. XIX. (1869) 289. Taf. XXIV.
- Grimm Oscar*, Ueber eine neue Süßwasser-Radiolarie. AMA. VIII. (1872) 531. Taf. XXI.
- Gruber A.*, Neue Infusorien. ZWZ. XXXIII. (1879) 439. Taf. 25—26.
- Die Haftorgane der Stentoren. ZA. (1876) 390.
- Vorläufige Mittheilungen über neue Infusorien. ZA. (1879) 518.
- Berichtigung. ZA. (1879) 668.
- Fortpflanzung bei Euglypha alveolata. ZA. (1880) 582.
- Dimorpha mutans. Eine Mischform von Flagellaten und Heliozoen. ZWZ. XXXVI. (1881) 445. Taf. XXIX.
- Beiträge zur Kenntniss der Amöben. U. o. 459. Taf. XXX.
- Guanzani L.*, Beobachtungen und Erfahrungen an einem wunderbaren Infusorium. ZWZ. VI. (1855) 432.
- György A. von*, Ueber Oxyuris spirotheca. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien. XXI. 1856.
- Haeckel E. H.*, Die Radiolarien. (Rhizopoda Radiolaria). Mit einem Atlas von 35 Taf. Berlin. 1862.
- Ueber den Sarkodekörper der Rhizopoden. ZWZ. XV. (1865) 342. Taf. XXVI.
- Biologische Studien. I. Leipzig. 1870.
- Zur Morphologie der Infusorien. JZ. VII. (1873) 516.
- Ueber einige pelagische Infusorien. JZ. VII. (1873) 561. Taf. XXVII—VIII.
- Das Protistenreich. Kosmos. II. Jahrg. 10. 105. 215.
- Das Protistenreich. Leipzig. 1878.
- Heitzmann C.*, Untersuchungen über das Protoplasma. Sitzungsber. d. math. naturw. Cl. d. k. Akad. d. Wiss. Wien. LXVII. 1873.
- Henle*, Ueber die Gattung Branchiobdella AAP. (1835) 592.
- Henneguy L. F.*, Sur la reproduction du Volvox dioïque. CR. (1876) 287.
- Hertwig R. und Lesser E.*, Ueber Rhizopoden und denselben nahestehende Organismen. AMA. X. (1874) 35. Taf. II—V.
- Hertwig Richard*, Ueber Microgromia socialis, eine Colonie bildende Monothalamie des süßen Wassers. AMA. X. (1874) 1. Taf. I.
- Ueber Podophrya gemmipara nebst Bemerkungen zum Bau und zur systematischen Stellung der Acineten. MJ. I. (1875) 20. Taf. I. II.
- Hertwig Richard*, Zur Histologie der Radiolarien. Leipzig 1876. Taf. I—V.
- Beiträge zu einer einheitlichen Auffassung der verschiedenen Kernformen. MJ. II. (1876) 63. Taf. III.
- Bemerkungen zur Organisation und systematische Stellung der Foraminiferen. JZ. X. (1876) 41. Taf. II.
- Studien über Rhizopoden. JZ. XI. (1877) 325. Taf. XIX—XX.
- Ueber Leptodiscus medusoides. JZ. XI. (1877) 308. Taf. XVII—XVIII.
- Ueber die Organisation der Radiolarien. JZ. XII. 50.
- Der Organismus der Radiolarien. (1879) Taf. I—X.
- James-Clark H.*, On the Spongiæ ciliatæ as Infusoria flagellata etc. Memoirs read before the Boston society of natural History. I. (1866) 305. Pl. 9—10.
- Jäger Gustav*, Ueber das spontane Zerfallen der Süßwasserpolyphen nebst einigen Bemerkungen über Generationswechsel. Sitzungsber. d. math. naturw. Cl. d. k. Akad. der Wiss. Wien. (1860) 321. Taf. I.
- Joblot M.*, Observations d'Histoire naturelle faites avec le Microscope. Paris. 1754.
- Joseph G.*, Ueber Grotten-Infusorien. ZA. (1876) 114.
- Kölliker A.*, Die Lehre von der thierischen Zelle und den einfachen thierischen Formelementen, nach neuesten Fortschritten dargestellt. Zeitschr. d. wiss. Botanik. II. (1845) 97.
- Beiträge zur Kenntniss niederer Thiere. ZWZ. I. (1848) 25.
- Das Sonnenthierchen, Actinophrys sol. ZWZ. I. (1849) 198. Taf. XVII.
- Icones histologicæ. I. Leipzig. 1864.
- Kühne W.*, Untersuchungen über Bewegungen und Veränderungen der contractilen Substanzen. AAP. (1859) 640.
- Kützing Friedrich Traugott*, Ueber die Verwandlung der Infusorien in niedere Algenformen. Nordhausen. 1844.
- Lachmann Joh.*, Ueber die Organisation der Infusorien, besonders der Vorticellen. AAP. (1856) 340. Taf. XIV—V.
- Lásd Claparède-nél.*
- Ledermüller Martin Frobenius*, Mikroskopische Gemüths- und Augen-Ergötzungen. Nürnberg. 1761.
- Leeuwenhoek A.*, Arcana Naturæ detecta ab Antonio van Leeuwenhoek. Delphis Batav. 1695.
- Leuckart Rud.*, Ueber Paramæcium (?) coli Malmst. AN. 27. Jahrg. I. (1861) 81. Taf. V. fig. A. B.
- Die Parasiten des Menschen. II. Aufl. Leipzig. 1879.
- Bericht über die wissenschaftl. Leistungen in der Naturgesch. der niederen Thiere. AN. egyes évfolyamaiban.
- Leydig*, Ueber Psorospermien und Gregarinen. AAP. (1851) 221.
- Lieberkühn N.*, Ueber Protozoen. ZWZ. VIII. (1856) 307.
- Évolution des Grégaires. Extr. du T. XXVI. des Mémoires de l'Acad. roy. de Belgique. 1855.
- Ueber die Psorospermien. AAP. (1854) 1. és 349.
- Beitrag zur Kenntniss der Gregarinen. AAP. (1865) 508.
- Beiträge zur Anatomie der Infusorien. AAP. (1856) 20.
- Lüders Joh. E.*, Einige Bemerkungen über Diatomeen-Cysten u. Diatomeen-Schwärmsporen. Botan. Zeitung. 18. Jahrg. Nr. 48. (1860) 377.

- Manz*, Beitrag zur Kenntniss der Miescher'schen Schläuche. AMA. III. (1867) 345.
- Margó Tivadar*, Ázalagtani adatok s a Pest-Buda ázalag-faunájának rövid rendszeres átnézete. Mathem. és term. tud. közlem. kiadja a magy. tud. Akad. III. (1865) 76.
- Maupas E.*, Sur l'état mobile de Podophrya fixa. CR. LXXXIII. (1876) 810.
- Sur quelques protorganismes animaux et végétaux multi-nuclées. CR. LXXXVI. (1879) 250.
- Meckel*, Ueber den Geschlechtsapparat einiger hermaphroditischen Thiere. AAP. (1844) 482.
- Ueber die Gattung Gregarina. AAP. (1845) 373.
- Mecsnikov E.*, Untersuchungen über den Stiel der Vorticellen. AAP. (1863) 180.
- Ueber die Gattung Sphærophrya. AAP. (1864) 258. Taf. VII.
- Nachträgliche Bemerkungen über den Stiel der Vorticellen. AAP. (1864) 291.
- Mereschkowsky C.*, Studien über Protozoen des nördlichen Russland. AMA. XVI. 153. 2. Taf.
- Meyen F.*, Einige Bemerkungen über den Verdauungsapparat der Infusorien. AAP. (1839) 75.
- Müller Otho Fridericus*, Vermium terrestrium et fluviatilium seu Animalium Infusorium etc. succincta historia. Havniæ et Lipsiæ. 1783.
- Animalcula Infusoria fluviatilia et marina etc. Hanviæ. 1786. T. 1—50.
- Müller F.*, Ueber eine eigenthümliche parasitische Bildung mit specifisch organisirten Samenkörperchen. AAP. (1841) 477.
- Perty Maximilian*, Zur Kenntniss kleinster Lebensformen. etc. Bern. 1852. Taf. I—XVII.
- Pick F. J.*, Ueber lebende Rhizopoden Wiens. Verhandl. d. zool. botan. Vereins in Wien. VII. (1857) 35.
- Rees J.*, Ueber einige Fälle von Parasitismus bei Infusorien. ZWZ. XXXI. (1878) 473.
- Rehberg Hermann*, Eine neue Gregarine, Lagenella mobilis n. gn. et n. sp. Abhandl. herausgeg. v. naturw. Vereine zu Bremen. VII. (1880) 68. Taf. IV.
- Reichert K. B.*, Die sogenannten Körnchenbewegungen an den Pseudopodien der Polythalamien. AN. XXX. (1864) 191.
- Roos Johannes Carolus*, Dissertatio academica, Mundum invisibilem breviter delineatura etc. Upsaliæ. 1767.
- Rosbach M. J.*, Die rhythmischen Bewegungserscheinungen der einfachsten Organismen etc. Arb. aus d. zool.-zootom. Instit. in Würzburg. I. (1872) 9. Taf. I—II.
- Rymer Jones*, Auszug aus einem Vortrage über fossile und lebende Infusorien etc. AAP. (1839) 80.
- Schmankewitsch Wl.*, Ueber einige Abweichungen bei der Entwicklung der niedersten Organismen. ZA. II. (1879) 91. és 110.
- Schmarda K. Ludwig*, Kleine Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. Wien. 1846. Taf. I—II.
- Zur Naturgeschichte Aegyptens. Denkschr. d. kaiserl. Akad. Wien. VII. 1854.
- Schmidt O.*, Eine Reclamation die „geformte Sarcodæ“ der Infusorien betreffend. AMA. III. (1867) 393.
- Schneider A.*, Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. AAP. (1854) 191. Taf. IX.
- Zur Kenntniss der Radiolarien. ZWZ. XXI. (1871) 505.
- Beiträge zur Kenntniss der Protozoen. ZWZ. XXX. (1879) 446.
- Bemerkungen zur Entwicklungsgeschichte der Radiolarien. ZWZ. XXIV. (1874) 579.
- Schultze Max Sigmund*, Ueber den Organismus der Polythalamien (Foraminiferen). Leipzig. 1854. Taf. I—VII.
- Beobachtungen über die Fortpflanzung der Polythalamien. AAP. 1856. 165. Taf. VI. B.
- Die Gattung Cornuspira unter den Monothalamien und Bemerkungen über die Organisation und Fortpflanzung der Polythalamien. AN. XXVI. (1860) 287.
- Die Körnchenbewegung an den Pseudopodien der Polythalamien. AN. XXIX. (1863) 361.
- Ueber Polytrema minimum, eine Polythalamie. AN. XXIX. (1863) 81.
- Das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen. Leipzig. 1863.
- Reichert und die Gromien. AMA. II. (1866) 140.
- Beobachtungen an Noctiluca. AMA. II. (1866) 163.
- Schulze Franz Eilhard*, Rhizopodenstudien, I. AMA. X. (1874) 328. Taf. XXII.
- Rhizopodenstudien. II. AMA. X. (1874) 377. Taf. XXVI—XXVII.
- Rhizopodenstudien. III. AMA. XI. (1875) 94. Taf. V—VII.
- Rhizopodenstudien. IV. AMA. XI. (1875) 329. Taf. XVIII—XIX.
- Rhizopodenstudien. V. AMA. XI. (1875) 583. Taf. XXXV—XXXVI.
- Rhizopodenstudien. VI. AMA. XIII. (1877) 9. Taf. II—III.
- Schwalbe Gustav*, Ueber die contractilen Behälter der Infusorien. AMA. II. (1866) 351.
- Observations nonnullæ de Infusoriorum ciliatorum structura. Berl. 1864.
- Siebold C. Th. v.*, Ueber einzellige Pflanzen und Thiere. ZWZ. I. (1849) 270.
- Ueber undulirende Membranen. ZWZ. II. (1850) 356.
- Ueber die Conjugation des Diplozoon paradoxum, nebst Bemerkungen über den Conjugationsprocess der Protozoen. ZWZ. III. (1851) 62.
- Simroth H.*, Zur Kenntniss des Bewegungsapparates der Infusionsthiere. AMA. XII. (1875) 51. Taf. IX.
- Stein Friedrich*, Ueber die Natur der Gregarinen. AAP. (1848) 182.
- Untersuchungen über die Entwicklung der Infusorien. AN. XV. (1849) 92. Taf. I—II.
- Neue Beiträge zur Kenntniss der Entwicklungsgeschichte und des feineren Baues der Infusionsthiere. ZWZ. III. (1852) 475. Taf. XVIII.
- Die Infusionsthiere auf ihre Entwicklungsgeschichte untersucht. Leipz. 1854. Taf. I—VI.
- Der Organismus der Infusionsthiere nach eigenen Forschungen in systematischer Reihenfolge bearbeitet. I. Leipzig. 1859. Taf. I—XIV.

- Stein Friedrich*, Ueber die Hauptergebnisse der neuern Infusorienforschungen. Wien. 1863.
- *Der Organismus der Infusionsthier etc. II.* Leipzig. 1867. Taf. I—XVI.
- *Der Organismus der Infusionsthier etc. III. 1. Hälfte.* Leipzig. 1879. Taf. I—XXIV.
- Sterki F.*, Beiträge zur Morphologie der Oxytrichinen. ZWZ. XXXI. (1878) 29. Taf. IV.
- *Tintinnus semiciliatus.* Eine neue Infusorienart. ZWZ. XXXII. (1879) 460. Taf. XXVIII.
- Stuart Alexander*, Ueber *Coscinosphæra ciliata*, eine neue Radiolarie. ZWZ. XVI. (1866) 328. Taf. XVII.
- Szentkirályi Ákos*, A Miescher-féle tömlök. Kolozsvárt. 1880.
- Trembley Abraham*, Abhandlungen zur Geschichte einer Polypenart des süßen Wassers mit hörnerförmigen Armen. Aus dem Französischen übersetzt von J. A. E. GOEZE. Quedlinburg. 1775.
- D'Udekem M. J.*, Recherches sur le développement des Infusoires. Bull. de l'Acad. roy. de scienc. de Belgique. XXX. (1856) Pl. I.
- Description des Infusoires de la Belgique. Memoire de l'Acad. roy. d. scienc. de Belgique. XXXIV. (1862) Pl. I—V.
- Weisse W. F.*, Ueber den Lebenslauf der *Euglena*. Bull. de la Class. phys.-math. de l'Acad. imp. d. scienc. d. St. Petersb. XII. 1857.
- Weisse W. F.*, Eine infusorielle Selbstbeurtheilung. ZWZ VII. (1855) 240.
- Eine kleine Zugabe zu A. SCHNEIDER's Beiträgen zur Naturgeschichte der Infusorien. AAP. (1856) 160. Taf. VI. A.
- Willemoes-Suhm R. v.*, Biologische Beobachtungen über niedere Meeresthiere. ZWZ. XXI. (1871) Taf. XXXI. Fig. 1—3.
- Wrisberg Henricus Augustus*, Observationum de animalculis Infusoriis satura. Gottingæ. 1765. Tab. I—II.
- Wrzesniowski A.*, Ein Beitrag zur Anatomie der Infusorien. AMA. V. (1869) 25. Taf. III—IV.
- Beobachtungen über Infusorien in der Umgebung von Warschau. ZWZ. XX. (1870) 467. Taf. XXI—XXIII.
- Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. ZWZ. XXIX. (1877) 267. Taf. XIX—XXI.
- Zeller Ernst*, Untersuchungen über die Fortpflanzung und die Entwicklung der in unseren Batrachiern schmarotzenden Opalinen. ZWZ. XXIX. (1877) 352. Taf. XXIII—IV.
- Zenker W.*, Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. AMA. II. (1866) 332. Taf. XIX.
- Zürn F. A.*, Die kugel- und eiförmigen Psorospermien als Ursache von Krankheiten bei Hausthieren. Leipzig. 1878.

TARTALOM.

	Lap
Előszó	VII
<i>Első időszak.</i> LEEUWENHOEK és MÜLLER OTTÓ FRIGYES kora	1
<i>Második időszak.</i> EHRENBURG és DUJARDIN kora	18
<i>Harmadik időszak.</i> Az utolsó harmincz év bűvárkodásának eredményei s a véglények ismeretének jelenlegi állása	34
I. Az alakok ismeretének gyarapodása s a véglények közötti rokonság	34
Gregarinafélék	34
Radiolárok	34
Heliozomok	35
Monerek	35
A Bathybiusról	36
Myxomycetek	37
Labyrinthulafélék	39
Flagellátok	39
A moszatok és gombák rajzospórái meg a Flagellátok közötti viszony	40
Catallacták	45
Noctilucafélek	45
Szorosabb érteleniben vett csillószőrös ázálékállatok (Ciliata)	46
Szívó ázálékállatok, vagy Acinetafélék	48
Az állati véglények köre	50
II. A szervezet ismeretének haladása	52
A véglények testének alaktani értéke	52
A véglények szervei	62
A véglények testének alapállománya	63
Cuticula, vázak, héjak	65
A kéregplasma elkülönülései. Pálczikaalakú testecskék	67
A véglények testének összehúzódo képessége, vagy ennek hiánya. Myophanrostok	68
Helyváltoztatásra való elkülönülések	70
A Gregarinák helyváltoztatása	70
Állabak	71
Ostorok és csillószőrök	72
Az Acinetafélék tapogatói	77
Érzés s az érzés közvetítésére való elkülönülések	79
Lüktető üröcskék	85
A táplálék felvételére s megemésztésére való elkülönülések	96
Levélzöld-testecskék s egyéb festőanyagok	109
Magképletek	117
Betokozódás	125
III. Szaporodás és fejlődés	129

INHALTSVERZEICHNISS.

	Seite
Vorwort	VII
<i>Erste Periode.</i> Die Zeit von LEEUWENHOEK und OTTO FRIEDRICH MÜLLER	215
<i>Zweite Periode.</i> Die Zeit von EHRENBURG und DUJARDIN	235
<i>Dritte Periode.</i> Forschungsergebnisse der letzten Decennien und gegenwärtiger Stand der Kenntnisse der Protisten	253
I. Erweiterung der Kenntnisse von den Formen und die Verwandtschaftsverhältnisse der Protisten	253
Gregarinen	253
Radiolarien	253
Heliozoen und Moneren	254
Vom Bathybius	255
Myxomyceten	256
Labyrinthuleen	259
Flagellaten	259
Verhältniss der Schwärmsporen von Algen und Pilzen zu den Flagellaten	260
Catallacten	265
Noctilucen	266
Ciliaten in engeren Sinne	267
Sauginfusorien (Suctorien) oder Acinetinen	269
Kreis der thierischen Protisten	272
II. Fortschritte in der Kenntniss der Organisation	273
Morphologischer Werth des Protistenleibes	273
Organe der Protisten	284
Die Grundsubstanz des Protistenleibes	286
Cuticula, Skelete, Schalen	288
Differenzirungen des Ektoplasma. Stäbchenförmige Körperchen	290
Contractilität des Protistenleibes, oder Mangel derselben. Myophanstreifen	291
Zu Ortsveränderungen bestimmte Differenzirungen. Locomotion der Gregarinen	294
Pseudopodien	294
Geisseln und Cilien	296
Die Tentakeln der Acinetinen	301
Empfindung und Differenzirungen, welche zur Vermittlung derselben dienen	303
Pulsirende Vacuolen	311
Differenzirungen, welche zur Aufnahme und Verdauung der Nahrung dienen	323
Chlorophyllkörperchen und andere Pigmente	337
Kerngebilde	346
Encystirung	355
III. Fortpflanzung und Entwicklung	360

	Lap		Seite
A véglények elsődleges keletkezésének kérdése ...	129	Die Frage von der spontanen Entstehung der Protisten ...	360
1. A Gregarináknak s a velök rokon szervezeteknek szaporodása és kifejlődése ...	131	1. Gregarinen und denselben verwandte Organismen ...	362
2. Gyökérlábúak ...	137	2. Rhizopoden ...	370
a) Monothalamiumok ...	138	a) Monothalamien ...	371
b) Polythalamiumok ...	142	b) Polythalamien ...	375
c) Heliozoumok ...	143	c) Heliozoen ...	376
d) Radiolárok ...	148	d) Radiolarien ...	382
3. Flagellátok ...	149	3. Flagellaten ...	383
a) Levélzöldet tartalmazó Nudiflagellátok ...	149	a) Chlorophyllhaltige Nudiflagellaten ...	384
b) Levélzöldet nem tartalmazó Nudiflagellátok ...	159	b) Chlorophyllfreie Nudiflagellaten ...	385
c) Cilioflagellátok ...	161	c) Cilioflagellaten ...	397
4. Noctilucák ...	163	4. Noctilucen ...	400
5. Ciliátok ...	164	5. Ciliaten ...	400
A) Oszlás és sarjadzás ...	164	A) Theilung und Knospenbildung ...	400
Az Acinetaféléknék belső rajzósarjadékok útján való szaporodása ...	172	Die Fortpflanzung der Acinetinen durch endogene Schwärmsprösslinge ...	410
STEIN úgynevezett Acineta-elmélete ...	178	Die sogenannte Acineten-Theorie von STEIN ...	417
A szájjal bíró ázalékállatkák úgynevezett embriói ...	181	Die Embryonen der mit Mund versehenen Infusorien ...	420
B) Conjugatio. A csillószőrös ázalékállatkák egybekelésének (conjugatio, zygozis) lefolyása, lényege és jelentősége ...	189	B) Conjugation. Verlauf, Wesen und Bedeutung der Conjugation (Zygoze) der Ciliaten ...	429
Az egybekelés módjai, az egybekelt páron létrejövő külső változások, az egybekelés időtartama ...	190	Conjugationsarten, äusserliche Veränderungen der Conjugirten Paare, Dauer der Conjugation ...	431
Az egybekelés alatt és után létrejövő belső változások ...	194	Innere Veränderungen der Ciliaten während und nach der Conjugation ...	435
Az ázalékállatkák egybekelési folyamatának lényege és jelentősége ...	205	Wesen und Bedeutung des Conjugationsprocesses der Infusorien ...	448
Az irodalom jegyzéke ...	456	Literaturverzeichnis ...	456



3 2044 107 209 751

